# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

---

SÉANCE DU LUNDI 4 MARS 1872,

PRÉSIDENCE DE M. FAYE.

---

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur l'hydrodynamique des cours d'eau* [suite (*)]; *par* M. DE SAINT-VENANT.

» 6. Il n'y a donc pas à chercher d'autres formules ou équations que celles de Navier et Poisson avec $\varepsilon$ constant, pour un fluide peu ou point visqueux, tel que l'eau (**), quand il s'agit, comme on a dit, de mouve-

---

(*) *Voir*, à la séance précédente (26 février, p. 570-577).

(**) Nous disons « peu ou point visqueux ; » car si le liquide avait une certaine cohésion, de manière qu'il fallût, même sans vitesse sensible, un certain effort pour changer sa forme ou faire glisser ses parties les unes devant les autres, il serait nécessaire d'ajouter des termes de *plasticodynamique* aux équations et formules, comme il a été dit aux *Comptes rendus*, 7 mars 1870, t. LXX, p. 480, et surtout au *Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 1871, t. XVI, p. 316 (nº 6 du Mémoire).

Poncelet (*Introduction à la Mécanique industrielle*, nº 376) observe que le frottement dans un fluide ne suppose pas nécessairement cette cohésion qu'on appelle *viscosité*. Il est énergique dans les gaz : il résulte de ce que tous les fluides sont composés de molécules non contiguës qui s'engrènent et s'entraînent les unes les autres en vertu de leurs actions mutuelles. Le frottement ne constitue pas une exception, une *imperfection* : il est aussi essentiel que la pression dans les fluides.

ments réguliers ou sensiblement réguliers, n'offrant ni ondulations, ni inflexions, ni changements brusques ou rapides de grandeur et de direction des vitesses d'une manière perceptible à nos sens (*).

» Mais tels ne sont pas les mouvements qui s'observent dans les rivières, ni même dans les rigoles artificielles les mieux dressées. Ce que nous appelons l'état de permanence, qui semble devoir résulter toujours d'une affluence et d'un débouché constants, n'y a même jamais lieu rigoureusement : car si (ce qui caractérise l'état ainsi appelé) les vitesses restaient constantes en chacun des points de l'espace traversé, la surface du fluide paraîtrait comme un morceau de glace, et les herbes croissant au fond présenteraient la même immobilité. Or, loin de là, l'aspect du courant offre une agitation non interrompue et des mouvements tumultueux, d'apparence désordonnée, montrant que les vitesses changent brusquement et de façons très-diverses, d'un point à l'autre et d'un instant à l'autre. On y distingue ces tourbillons, grands et petits, à axe vertical mobile, signalés par Léonard de Vinci, puis par Venturi, et plus particulièrement ensuite par Poncelet (**). On voit aussi s'épanouir, à la surface, ces *bouillons* ou tourbillons à axe à peu près horizontal qui surgissent à chaque instant du fond, et, par suite, de véritables ruptures, avec ces mouvements d'entrecroisement et de mélange qu'a observés M. Boileau dans ses expériences (***).

» Mais, à travers un pareil désordre, ainsi que l'a remarqué surtout ce dernier expérimentateur, et que l'ont observé, sur de plus grandes masses, des ingénieurs américains (****), un certain ordre s'observe pourtant; car

(*) D'autres faits viennent à l'appui, en corroborant tout au moins l'une des deux lois, celle de proportionnalité de la vitesse U à la pente I, même pour quelques degrés d'irrégularité. Ce sont, outre les expériences citées de Girard, celles qui ont été faites par Darcy sur l'écoulement de l'eau à travers les sables et autres terrains perméables (Fontaines publiques de Dijon; — ou Dupuit, *Mémoire sur le mouvement de l'eau à travers les terres*, publié à l'édition de 1863 de ses *Études théoriques et pratiques*). On peut y joindre ce qui a été observé dans les canaux découverts pour les mouvements lents, et, par conséquent, peu ou point irréguliers, et aussi pour les sections très-petites; car la pente et, par conséquent, la résistance y a été trouvée proportionnelle à la simple vitesse et non à son carré comme dans la plupart des autres cas; ce qui s'explique difficilement sans admettre la loi dont nous parlons, relative aux frottements intérieurs.

(**) Introduction à la *Mécanique industrielle*, n° 375.

(***) *Traité du jaugeage des eaux courantes*, et aussi *Comptes rendus*, 2 février 1846, 21 décembre 1868, p. 1214; 18 octobre 1869, p. 862.

(****) *Expériences hydrauliques faites sur le Mississipi*, par MM. Humphrey et Abbott, traduction résumée faite par M. Fournié, 1867.

on voit se reproduire à peu près les mêmes particularités dans les vitesses du fluide à de courts intervalles de temps en chaque endroit en sorte que le mouvement, s'il est déterminé par des causes constantes, se règle comme il fait dans la plupart des machines, par *périodicité*, ainsi que Savart l'avait déjà observé dans ses expériences d'écoulement par des orifices (*) et qu'au total, tant pour la direction que pour la grandeur, les vitesses effectives, si variables, font des oscillations, compliquées sans doute, mais d'amplitude généralement médiocre, autour de moyennes constantes, relatives à chaque point. Ce sont ces vitesses moyennes *locales*, ces vitesses de translation ou de transport du fluide que mesurent les flotteurs et autres instruments hydrométriques, et qui déterminent les écoulements, objets du calcul.

» Elles varient d'un point à l'autre d'une manière continue, en offrant une régularité non douteuse; et l'on peut évidemment, par suite, en dire autant des grandeurs et des directions moyennes, aussi *locales*, des pressions ou des frottements sur chaque face, passant par chaque point de l'espace traversé par la masse en mouvement, lorsqu'on les prend pour l'étendue d'une petite portion finie de cette face, et pour un temps aussi fini qui comprenne une ou deux périodes d'oscillation.

» On a reconnu que les relations entre ces vitesses et ces frottements *moyens locaux* et seuls mesurables, n'étaient point représentées par les équations de Navier ou les formules (1) de pressions avec $\varepsilon$ constant. J'ai, en 1846 (**), puis en 1850 et 1851 (***), d'après les divers faits des cours d'eau, avancé que ce coefficient devait varier d'une section à une autre avec leurs dimensions, et même, dans chacune, avec les distances des points aux parois, et qu'on devait faire $\varepsilon$ plus considérable pour les sections plus étendues, vu que les tourbillonnements, dont la présence doit influer beaucoup sur la grandeur des frottements, se forment et se développent davantage dans les grandes sections.

» Or il s'agit d'établir les relations qui peuvent exister entre les vitesses et les composantes de pression ainsi entendues.

---

(*) *Annales de Chimie et de Physique*, vers 1834. — Cette périodicité est ce que les ingénieurs américains appellent le *pouls* de la rivière.

(**) (*Comptes rendus*, 16 février 1846, t. XXII, p. 309.) *Note sur la détermination expérimentale des forces retardatrices, etc.*

(***) *Annales des Mines*, 4e série, t. XX, 1851, p. 219, n° 14 d'un Mémoire : *Formules et Tables nouvelles pour les eaux courantes*, et, déjà, *Comptes rendus*, 26 août 1850, t. XXXI, p. 286.

« 7. Rappelons à cet effet, d'abord, que les formules (1) peuvent être démontrées sans faire, comme Navier et Poisson, une supposition sur la loi des actions entre les molécules, si le coefficient de frottement $\varepsilon$ qui y entre, le même pour toutes les faces et toutes les directions *en un même point* du fluide, est regardé comme *pouvant varier d'un point à l'autre.* On n'a pour cela, comme je le faisais en 1843 (*), qu'à invoquer les relations de cinématique entre les extensions et les glissements en divers sens, dérivant simplement de la continuité qu'observent leurs grandeurs, et les relations tout aussi incontestées de statique entre les composantes de pression sur diverses faces et dans diverses directions en un même point, déduites par Cauchy de l'équilibre d'un élément tétraèdre (**), etc. Il en résulte, en effet, d'abord, qu'à chaque instant il y a, sur toute face intérieure, une direction de plus grand glissement, et, perpendiculairement, une direction de glissement nul; qu'il y a, sur la même face, une direction de plus grand frottement, et, perpendiculairement à celle-ci, une direction de frottement nul. Or, il suffit d'admettre que la direction de glissement nul est aussi celle de frottement nul, et, par suite, que celle de plus grand glissement se confond avec celle de plus grand frottement, ce qui ne saurait être mis en doute dans les fluides, pour établir entre ces deux espèces de quantités les relations dites. Si l'on combine en effet cette simple donnée avec les relations générales de cinématique et de statique que nous venons de rappeler, on trouve qu'en un point quelconque d'un fluide en mouvement les composantes tangentielles $p_{yz}$, sur toute face, sont dans le même rapport avec les vitesses de glissement de même direction $\frac{dv}{dz}+\frac{dw}{dy}$, que les demi-différences deux à deux des composantes normales telles que $p_{xx}$, sont avec les différences correspondantes des vitesses d'extension telles que $\frac{du}{dx}$ (***).

» En appelant $\varepsilon$ ce rapport, ce coefficient de proportionnalité, quel qu'il soit, constant pour toute face de pression et pour toute direction de composante de pression en un même point, mais dont ce raisonnement n'implique nullement la constance quand on passe d'un point à un autre, on

---

(*) *Note sur la dynamique des fluides*, 27 novembre (*Comptes rendus*, t. XVII, p. 1240-1243).

(**) *Exercices de Mathématiques*, 2e année (1827), p. 108 à 111.

(***) On peut présenter la démonstration de la manière suivante, aujourd'hui que les doubles relations dont nous parlons sont généralement connues.

Rappelons les formules de changements des directions $x$, $y$, $z$ de dilatations ou de compo-

obtient bien les six formules (1) avec $\varepsilon$ pouvant être, comme $p$, fonction des coordonnées de chaque point.

» Or, les relations de cinématique et de statique sur lesquelles cette démonstration s'appuie peuvent encore être posées lorsque le mouvement de la masse fluide est affecté des irrégularités et des complications très-perceptibles dont nous avons parlé; et la démonstration subsiste, pourvu que $u$, $v$, $w$, $p_{xx}, \ldots p_{xy}$ représentent les vitesses et les pressions que nous avons appelées *moyennes locales*, seules importantes à considérer et à calculer, autour desquelles oscillent à courte période, en grandeur et en direction, les vitesses et les pressions réelles relatives à chaque point et à chaque instant.

---

santes, en d'autres $x'$, $y'$, $z'$ aussi rectangles [(7) et (9) de la 4e Leçon de 1852 de Lamé]. Elles donnent, $c_{yy'}$, $c_{xy'}, \ldots$ désignant les cosinus des angles $y$ et $x$ avec $y', \ldots$

1° Quand l'axe des $z'$ se confond avec l'axe des $z$,

$$(d)\qquad p_{x'z'} = p_{zy}c_{yy'} + p_{xz}c_{xy'},$$

$$(e)\qquad \frac{dv'}{dz'} + \frac{dw'}{dy'} = \left(\frac{dv}{dz} + \frac{dw}{dy}\right)c_{yy'} + \left(\frac{dw}{dx} + \frac{du}{dz}\right)c_{xy'};$$

2° Quand l'axe des $x'$ se confond avec celui des $x$,

$$(f)\qquad p_{z'y'} = -(p_{yy} - p_{zz})c_{yy'}c_{zy'} + p_{yz}(c_{yy'}^2 - c_{zz'}^2),$$

$$(g)\qquad \frac{dv'}{dz'} + \frac{dw'}{dy'} = -2\left(\frac{dv}{dy} - \frac{dw}{dz}\right)c_{yy'}c_{zy'} + \left(\frac{dv}{dz} + \frac{dw}{dy}\right)(c_{yy'}^2 - c_{xy'}^2).$$

Prenons maintenant, dans le premier cas, $y'$ dans la direction suivant laquelle la composante $p_{z'y'}$ de la pression sur la face $x'y'$ est nulle. Si l'on admet, comme nous disons, que c'est aussi celle suivant laquelle la vitesse de glissement $\frac{dv'}{dz'} + \frac{dw'}{dy'}$ est nulle, on peut remplacer par zéro les premiers membres des deux premières équations. Il en résule, en éliminant les cosinus par transposition et division,

$$\frac{p_{zy}}{\frac{dv}{dz} + \frac{dw}{dy}} = \frac{p_{xz}}{\frac{dw}{dx} + \frac{du}{dz}}.$$

Prenons, pour le second cas, $y'$ dans la direction pour laquelle la composante, suivant $y'$, de la pression sur la face $xy'$, est nulle. On peut remplacer par zéro les premiers membres des deux dernières équations; d'où

$$\frac{p_{yy} - p_{zz}}{2\left(\frac{dv}{dy} - \frac{dw}{dz}\right)} = \frac{p_{yz}}{\frac{dv}{dz} + \frac{dw}{dy}}.$$

Cette égalité et la précédente suffisent, en permutant les axes, pour établir l'égalité sextuple de rapports, relative à chaque point, dont nous parlons.

» En effet, les relations de cinématique [qu'expriment les équations (*e*), (*g*) de la Note qu'on vient de lire] se basent seulement sur la *continuité* avec laquelle sont supposées varier les directions et les grandeurs des vitesses de translation des éléments fluides; et cette continuité, avons-nous dit, existe, du moins quand on excepte les cas de grands tourbillonnements produits par les élargissements brusques ou rapides des sections d'écoulement (*). Quant aux relations de statique qu'expriment les équations (*d*), (*f*), elles se fondent, disons-nous, sur l'équilibre des pressions s'exerçant à travers les quatre faces d'un élément tétraèdre, ou plutôt des pressions qui agissent à travers quatre faces équivalentes et parallèles, se coupant à son centre de gravité. Or, et surtout si l'on donne au tétraèdre des dimensions visibles qui le rendent capable de contenir plusieurs tourbillons (**), et si l'on prend les moyennes des pressions pour un temps fini quoique court, on pourra établir entre elles le même équilibre qu'entre les pressions s'exerçant instantanément sur des faces infiniment petites; en sorte que les mêmes équations (*d*), (*e*), (*f*), (*g*) pourront encore être posées, et les relations (1) se trouveront encore démontrées.

» On peut donc regarder comme une chose acquise que, dans tous les cours d'eau qui ne sont pas par trop tumultueux, ou dans lesquels les vitesses appelées *moyennes locales*, d'où dépend le transport des éléments, varient avec une certaine régularité, les six relations (1) existent, à chaque instant et en chaque point, entre les dérivées de ces vitesses et les composantes, aussi moyennes chacune pour un point, des pressions intérieures qui s'y exercent, le coefficient de frottement $\varepsilon$ étant aussi *local*, ou pouvant varier d'un point à l'autre, et même, si le mouvement n'est pas permanent, d'un instant à l'autre.

» 8. Tout se réduit ainsi, pour établir, au moins d'abord, les équations différentielles *indéfinies* du mouvement intérieur, à déterminer les valeurs diverses à donner à ce coefficient $\varepsilon$ du frottement fluide pour chaque point.

---

(*) Notes de M. Morin aux *Comptes rendus*, 25 avril 1864, t. LVIII, p. 727.

(**) J'ai, dans un Mémoire du 14 avril 1834, et aussi à une Note de l'édition de 1864 des *Leçons de Navier sur la résistance des solides* (Appendice III, § 16, p. 545), ainsi qu'à la 21e des *Leçons de Mécanique d'après Cauchy*, publiées par M. l'abbé Moigno, démontré, en considérant à la fois deux tétraèdres symétriques ayant le même centre, que le théorème des relations des pressions sur divers plans en un même point était exact jusqu'aux quantités d'un ordre de petitesse supérieur, de deux unités, à celles entre lesquelles on le pose. Les conséquences que nous en tirons peuvent donc être hardiment regardées comme s'appliquant même à de petites faces d'une certaine étendue.

» Deux ingénieurs, bons analystes, l'ont tenté. L'Académie, en louant leurs efforts, et en faisant ressortir, dans leurs travaux, de remarquables accessoires, ainsi que des considérations utiles, n'a point donné son approbation à leurs résultats principaux, relatifs à l'établissement des formules de pressions (*).

» L'un et l'autre raisonnent en effet sur des mouvements fluides supposés continus et réguliers, ou exempts de cette *complication* que Navier signalait judicieusement comme ce qui empêchait ses formules de convenir aux applications ordinaires. Ils partent même tous deux de l'hypothèse de Navier, en vertu de laquelle les actions entre molécules, dans l'état de mouvement, dépendent des vitesses relatives de celles-ci. Ils pensent seulement que Navier *n'a pas poussé l'approximation assez loin*.

» En conséquence, l'auteur du Mémoire *Études sur les forces moléculaires dans les liquides en mouvement* tient compte des *puissances supérieures* de ces vitesses relatives, dans l'évaluation des actions moléculaires dynamiques; et l'auteur du Mémoire *sur l'Hydrodynamique des liquides homogènes*, se bornant à leurs premières puissances, qu'il pense suffire, tient compte, dans l'évaluation de ces mêmes vitesses, des puissances supérieures et des produits des trois projections des petites distances moléculaires dont elles dépendent; puissances et produits qui sont affectés, dans les développements exprimant les vitesses relatives, *des dérivées d'ordre supérieur des vitesses absolues* $u$, $v$, $w$, par rapport aux coordonnées $x$, $y$, $z$.

» Le premier suppose donc que l'action dynamique de deux molécules, au lieu d'être simplement, comme pensait Navier, le produit d'une fonction de leur distance par leur vitesse relative, doit être exprimée par une somme de termes affectés des puissances 1, 3, 5, 7,... de cette vitesse (car il donne une raison d'exclure les puissances paires). Il calcule, au moyen d'intégrations par coordonnées sphériques, le travail, pendant un temps infiniment petit $dt$, de pareilles forces, s'exerçant du dehors au dedans d'un élément fluide parallélépipède. En l'égalant à une autre ex-

---

(*) 1° Rapport du 12 février 1872 sur un Mémoire de M. Kleitz intitulé : *Études sur les forces moléculaires dans les liquides en mouvement*, aux *Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 430.

2° Rapport du 8 mars 1869 sur un Mémoire de M. Levy relatif à l'*Hydrodynamique des liquides homogènes*, aux *Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 588.

* M. Kleitz a donné (comme on voit au Rapport de 1872) une autre démonstration que la nôtre, des formules (1) avec $\varepsilon$ variable. Un extrait de son Mémoire avait été inséré au *Compte rendu* le 10 décembre 1866, t. LXIII, p. 988; et un extrait de celui de M. Levy l'avait été de même le 3 mai 1867.

pression du même travail, composée avec celles (1) des pressions agissant sur les six faces de l'élément, parallèlement à ses arêtes ou aux trois coordonnées, il obtient, lorsqu'on réduit le développement de l'action moléculaire à deux termes affectés l'un de la première puissance, l'autre du cube de la vitesse relative, une équation $\varepsilon_1\psi + \varepsilon_2\psi^2 = \varepsilon\psi$; d'où il tire

$$(2) \qquad \varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2\psi,$$

$\varepsilon_1$ et $\varepsilon_2$ étant deux constantes dont la première est la valeur de $\varepsilon$ de Navier et de Poisson, et $\psi$ étant un sextinôme différentiel du second degré, composé de la somme des doubles carrés des trois vitesses d'extension $\frac{du}{dx}, \ldots,$ et des carrés des trois vitesses de glissement $\frac{dv}{dz} + \frac{dw}{dy}, \ldots$.

» A plus de deux termes, en modifiant son analyse de manière à la rendre plus facile, et en remplaçant les intégrales sphériques autour d'un point, que Navier avait employées, par des sommes S ou $\Sigma$ de composantes d'action, de Cauchy et Poisson, l'on trouve une expression de $\varepsilon\psi$, qui donne

$$(3) \quad \varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2\psi + \varepsilon_3\left(\psi^2 + \frac{\psi_1^2}{\psi}\right) + \varepsilon_4(\psi^3 + 211\psi_1^2) + \varepsilon_5(\psi^4 + 427\psi\psi_1^2) + \ldots,$$

$\psi_1$ étant un autre polynôme différentiel, du troisième degré en $\frac{d(u, v, w)}{d(x, y, z)}$, également *isotrope* ou restant le même, quelles que soient les directions choisies pour les coordonnées rectangles $x$, $y$, $z$, et se composant du produit des trois vitesses d'extension, plus le quart du produit des trois vitesses de glissement, moins le quart des trois produits respectifs de chacune de celles-là par les carrés correspondants de celles-ci (*).

» Et le même auteur est porté à penser que $\varepsilon$ pourrait être une fonction non entière de $\psi$ seul, à déterminer au moyen d'une suite d'expériences sur des cours d'eau à mouvement uniforme.

» Le second auteur n'a que des formules linéaires, mais où entrent des dérivées supérieures de $u$, $v$, $w$, comme nous venons de dire; et, au lieu

(*) C'est le dernier terme, pris en signe contraire, de l'équation du troisième degré

$$X^3 - \frac{\psi}{4}X - \psi_1 = 0,$$

qui, dans les liquides, où l'on a $\frac{du}{dx} + \frac{dv}{dy} + \frac{dw}{dz} = 0$, donne, pour ses trois racines ou valeurs de son inconnue X, les trois vitesses d'extension *principales*. C'est en calculant des fonctions symétriques de ces trois racines qu'on a pu obtenir les termes en $\psi$ et $\psi_1$ de l'expression de $\varepsilon\psi$ donnant celle (3).

de calculer, comme Navier et Poisson, des résultantes de forces qui peuvent en dépendre, il égale simplement, et de suite, les six composantes de pression à des fonctions linéaires des dérivées de tous ordres de $u$, $v$, $w$ par rapport à $x$, $y$, $z$; puis il réduit à leur juste nombre leurs coefficients indéterminés en exprimant les conditions d'isotropie des six formules.

» Ni l'un ni l'autre de leurs résultats, savamment et habilement obtenus, ne résout aucunement la question proposée (*).

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un ventilateur appliqué à l'aérage des mines.* Mémoire de **M. Guibal**. (Extrait par l'Auteur.)

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

« J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie, avec la description et les dessins de mon appareil de ventilation des mines, l'indication des houillères belges, françaises, anglaises et allemandes où cet appareil est en usage; l'Académie verra qu'à la fin de 1871 il avait déjà reçu 169 applications.

» A ces documents, je joins, en outre, les pièces suivantes :

» 1° Un tableau synoptique, indiquant, par des courbes, l'état de la ventilation dans les charbonnages du Hainaut, année par année, de 1840 à 1870, d'après les documents statistiques recueillis par les ingénieurs de l'État; ces courbes font voir qu'à partir de 1861, date de l'apparition de mon ventilateur, la force appliquée à l'aérage a augmenté beaucoup plus rapidement que les années précédentes, en sorte que la production et le nombre de mineurs ayant suivi une progression sensiblement constante, la part de cette force correspondante à chaque tonneau ou à chaque homme s'est trouvée très-sensiblement accrue par son adoption : ce qui prouve que jusque-là, les besoins de ventilation n'avaient pas été suffisamment satisfaits ;

» 2° Un tableau numérique indiquant le mouvement des appareils de

(*) Ce sujet a aussi exercé, vers 1833, la sagacité de Savary, Membre de la Section d'Astronomie de l'Académie des Sciences. Il avait entretenu plusieurs de ses confrères de ses recherches d'équations nouvelles des fluides, dans le but d'expliquer mieux les marées. Il a bien voulu me dire, en 1834, que s'il ne publiait pas son travail c'est qu'il n'en était pas satisfait. J'avoue avoir présenté moi-même, cette année-là, un essai, que j'ai dû bientôt modifier et réduire à ce que donne ma Note citée du 27 novembre 1843 ou de la page 1240 du *Compte rendu*.

ventilation dans le Hainaut, de 1860 à 1870. Ce tableau démontre que, dès que mon ventilateur a été connu, on n'en a plus construit d'après les autres systèmes, puisque le nombre total ne s'est accru, dans cette période, que du nombre des appareils que j'ai fournis; que la force totale de ceux-ci était, en 1870, à peu près égale à celle de tous les autres réunis; enfin, que la force affectée à l'aérage, qui était de 67 chevaux par mille ouvriers, s'est élevée, dans ces deux années, à 136, ce qui donne une juste mesure de l'assaïnissement que les houillères ont dû éprouver;

» 3° Un tableau comparatif des effets et du prix de revient des principaux appareils de ventilation en usage, tableau qui permet d'apprécier la puissance et l'économie de mon système, relativement aux autres, et justifie la préférence que lui accordent tous les ingénieurs.

» A ces pièces est annexée une Note dans laquelle je me suis attaché à appuyer, par la discussion des faits qu'elles fournissent, ce que je ne pouvais présenter que comme une assertion, savoir, que sauf *une* exception, due à des circonstances tout à fait particulières, aucune des houillères où mon appareil est en usage n'a été frappée jusqu'ici d'explosion de grisou. »

M. F. Barrot communique à l'Académie les résultats des observations qu'il a effectuées sur la végétation de l'*Eucalyptus globulus*, en Algérie, près de Philippeville, dans sa propriété, ancien domaine de Salluste.

Quelques milliers d'*Eucalyptus* ont été semés en 1865 et mesurés le 10 novembre 1871. Voici quelques exemples des résultats constatés :

| | Hauteur. | Circonférence à 1 mètre du sol. |
|---|---|---|
| | m | m |
| Un arbre isolé.................. | 18,20 | 1,02 |
| » .................. | 16,40 | 1,15 |
| » .................. | 16,40 | 1,14 |
| Une allée (hauteur moyenne)..... | 15,22 | 0,80 minima |
| | | 1,05 moyenne |

L'*Eucalyptus globulus* ou Gommier bleu de la Nouvelle-Hollande, dont on doit la découverte à un ancien membre de l'Académie, Labillardière, offre par conséquent l'exemple d'une végétation tellement rapide, que M. Ferdinand Barrot croit devoir signaler de nouveau, et avec quelque insistance, les grands avantages que l'Afrique française peut en espérer pour son reboisement.

Il met sous les yeux de l'Académie une rondelle du tronc de l'un de

ces arbres, ainsi que des rameaux avec leurs feuilles et des morceaux d'écorce.

(Commissaires : MM. Boussingault, Decaisne, Vaillant, Dupuy-de-Lôme, Phillips.)

M. **Olivier** adresse une Note relative à un procédé destiné à prévenir les accidents produits par le *grisou;* il consiste à provoquer des explosions partielles, en l'absence des ouvriers, à l'aide d'appareils électriques.

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

MM. **Lucas et Cazin** soumettent au jugement de l'Académie un Mémoire portant pour titre « Recherches expérimentales sur la durée de l'étincelle électrique.

(Commissaires : MM. Morin, Le Verrier, Fizeau, Edm. Becquerel, Jamin.)

M. **Cauvy** adresse l'observation d'un fait d'anévrisme traumatique de l'artère carotide externe gauche, avec complication d'abcès superficiel de la région parotidienne, guéri par la ligature de la carotide primitive du même côté.

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

M. **Poutret**, M. **Sergent**, M. **Miniac** adressent des Communications relatives à l'aérostation.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. **Erb** adresse une Note relative à un remède contre la phthisie.

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

M. **Poulain** adresse une Note concernant le travail qu'il a présenté au Concours du prix relatif à l'application de la vapeur à la marine militaire.

Cette Lettre sera renvoyée à la Commission nommée pour ce Concours.

## CORRESPONDANCE.

M. **le Secrétaire perpétuel de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique** annonce à l'Académie que cette

Compagnie, érigée à Bruxelles sous le titre d' « Académie impériale des Sciences et Belles-Lettres », et instituée en 1772 par lettres patentes de Marie-Thérèse, se propose de célébrer, cette année, le centième anniversaire de sa fondation. Elle invite l'Académie des Sciences à vouloir bien se faire représenter par l'un de ses Membres à cette solennité, qui est fixée aux 28 et 29 mai prochain.

La Lettre sera transmise à la Commission administrative.

PHYSIQUE. — *Spectres d'absorption du chlore et du chlorure d'iode.* Note de **M. D. Gernez**, présentée par M. H. Sainte-Claire-Deville.

« Les recherches de Brewster, de W.-H. Miller et de W.-A. Miller ont fait connaître les spectres d'absorption des vapeurs colorées d'acide hypoazotique, de brome, d'iode, d'acide hypochlorique, d'acide chloreux et de perchlorure de manganèse. Ces vapeurs agissent très-énergiquement sur la lumière et, sous une épaisseur de quelques centimètres seulement, elles produisent dans le spectre continu des corps solides incandescents, des systèmes de raies caractéristiques.

» Lorsqu'on examine, à l'aide d'un spectroscope à un seul prisme, l'effet produit par une épaisseur croissante de ces substances, on observe d'abord quelques bandes dont le nombre augmente en même temps que se montrent des raies plus fines et que les bandes primitives se résolvent en groupes de raies très-rapprochées. Ce sont ces bandes ou plutôt les raies les plus saillantes que l'on retrouve, comme je l'ai démontré récemment, dans le spectre des dissolutions de ces corps. Vient-on à augmenter la dispersion du faisceau lumineux à la sortie du liquide, ces bandes s'étalent sur une plus large surface et perdent leur intensité, de sorte que l'on ne gagne rien pour l'observation du spectre d'absorption d'un liquide à se servir d'un spectroscope à plusieurs prismes. Il n'en est pas de même lorsqu'il s'agit des vapeurs dont presque toutes les raies sont très-fines et apparaissent d'autant plus distinctement que le faisceau lumineux est plus étalé et que la source d'où il émane est plus intense.

» Cette remarque m'a conduit à reconnaître l'existence des spectres d'absorption du chlore et du chlorure d'iode. Dans la recherche du spectre d'absorption du chlore, je devais particulièrement me préoccuper d'opérer sur du gaz pur : en effet, le phénomène étant insensible pour une épaisseur de quelques décimètres, comme l'ont démontré les recherches infructueuses d'un certain nombre de physiciens, il fallait employer une colonne

gazeuse de dimensions plus considérables, et comme il suffit d'une très-petite quantité des acides chloreux et hypochlorique pour manifester les raies d'absorption de ces substances, les impuretés du gaz préparé avec l'acide chlorydrique et le bioxyde de manganèse auraient pu, dans les conditions de l'expérience, faire apparaître les raies d'absorption des composés chlorés. Pour détruire ces produits qui ne résistent pas à l'action de la chaleur, j'ai fait passer le chlore sec dans un tube de verre chauffé au rouge.

» En faisant arriver la lumière suivant l'axe d'un tube de $1^{m},50$ de longueur rempli sous la pression atmosphérique de chlore ainsi purifié, j'ai pu distinguer très-nettement les raies d'absorption de ce gaz, mais le phénomène présente plus d'éclat dans un appareil d'une plus grande longueur. Celui dont j'ai fait usage se composait de trois manchons de verre de 6 centimètres de diamètre, ajustés bout à bout et formant un tube de $4^{m},68$ de longueur : il était fermé à ses deux extrémités par des glaces parallèles. Après l'avoir dressé pour le remplir de chlore par un tube qui amenait le gaz à sa partie inférieure, tandis que l'air s'échappait par une ouverture pratiquée à l'extrémité supérieure, je l'ai disposé horizontalement, et j'ai fait passer suivant son axe un faisceau de lumière de Drummond. Au sortir du gaz, les rayons tombaient sur la fente d'un spectroscope à deux prismes, et donnaient un spectre s'étendant jusque dans le violet et sillonné de raies très-distinctes. Dans la région la moins réfrangible et jusqu'à la place occupée par la raie D, le spectre est continu, mais un peu au delà commence un système de raies qui ne présente aucune analogie avec les raies fines presque équidistantes qu'on observe dans les vapeurs de brome et d'iode. Elles ont un aspect et une intensité variables avec la région du spectre que l'on considère, et s'étendent jusque vers le violet qui est entièrement absorbé dans le cas de la source lumineuse dont il s'agit.

» Le protochlorure d'iode se prête bien plus facilement que le chlore à l'observation des raies d'absorption. A la température de 40 degrés, ce corps donne, sous une épaisseur de 30 centimètres, assez de vapeur pour produire un spectre d'absorption composé d'une vingtaines de raies fines, d'intensité sensiblement égale, et dont la distance diminue très-peu depuis l'extrême rouge où elles commencent jusqu'un peu au delà de la raie D où elles finissent; deux autres raies assez intenses apparaissent dans le jaune, et on n'en distingue pas dans le reste du spectre.

» Ce système de raies, très-différent de celui du chlore, est analogue à ceux du brome et de l'iode, mais il diffère de celui de l'iode par l'absence

de bandes superposées aux raies fines dans le vert, et aussi parce que les raies du chlorure d'iode commencent à se montrer notablement plus près du rouge extrême que celles de l'iode, et ne couvrent qu'une région du spectre bien moins étendue. »

MÉTALLURGIE. — *Sur le fer cristallisé ou brûlé.* Note de **M. H. Caron.**

« On a établi sur les propriétés du fer beaucoup de théories dont plusieurs sont fondées sur des observations imparfaites, qu'on accepte sans les vérifier; cette manière de procéder arrête souvent les progrès de la métallurgie, en détournant de la véritable voie du perfectionnement. J'espère être utile en rectifiant quelques-unes de ces idées trop légèrement admises.

» Un des préjugés les plus enracinés est le suivant : lorsqu'une barre de fer de bonne qualité, nerveuse et résistante, a été portée au blanc soudant et qu'on la laisse refroidir à l'air, sans la marteler, on obtient un métal fragile à chaud comme à froid, dont la cassure présente une cristallisation en lames très-développées. On dit alors que le fer est *brûlé*, et il est généralement admis que le métal a absorbé de l'oxygène. Karsten lui-même, dans son excellent *Traité de métallurgie*, suppose que le fer, en cet état, pourrait bien avoir été transformé en un oxyde inférieur, de composition inconnue. Nous vivons encore aujourd'hui sur cette hypothèse.

» J'ai cru devoir recourir d'abord à l'analyse directe, afin de préciser la cause matérielle de ce phénomène; malgré tous mes soins, je n'ai pu rien découvrir de concluant dans cette voie. Le fer, avant comme après le surchauffage, contient toujours de l'oxygène, du carbone, du silicium (1), etc., etc., mais les proportions, très-faibles d'ailleurs, de ces corps étrangers, n'ont jamais été assez différentes, du bon fer, au fer brûlé, pour que mes analyses m'aient permis d'en tirer des conclusions certaines. J'ai eu recours alors à des expériences directes, dont je viens exposer les résultats.

» Une barre de fer de Franche-Comté, dont la qualité et les propriétés nerveuses (à la cassure) avaient été préalablement vérifiées par tous les moyens en usage, a été coupée en plusieurs morceaux. Les uns ont été chauffés au blanc soudant, dans un feu de forge ordinaire; d'autres, placés dans un tube de porcelaine, ont subi (approximativement) la même température dans un courant soit d'azote, soit d'hydrogène. Après un

(1) Bien entendu, je ne parle que du fer contenant ces substances, car il existe des fers complétement purs.

refroidissement semblable, tous les morceaux, sans exception, ont présenté dans leur cassure l'aspect cristallin du *fer brûlé*. Forgés au rouge ou cassés à froid, ils avaient sensiblement les mêmes propriétés et les mêmes défauts; chauffés au blanc soudant, ils ont également et, à peu près, repris leurs qualités primitives. Le fer, dit *brûlé*, s'obtenant à volonté dans des atmosphères oxydantes, inertes ou réductrices, je crois que l'on peut admettre que la détérioration du métal n'est pas due à l'absorption d'un gaz particulier, mais simplement à l'action de la chaleur qui a modifié sa constitution moléculaire.

» On prétend aussi que les vibrations rendent le fer cristallin et cassant. Je ne m'étendrai pas sur ce sujet; les expériences faites sur les chemins de fer, et notamment celles de feu M. de Sénarmont et de M. le Chatelier, ont démontré que les ruptures d'essieux peuvent toujours s'expliquer, soit par la mauvaise forme des pièces, soit par la mauvaise qualité du fer avant sa mise en service.

» Il existe encore un autre préjugé plus accrédité, s'il est possible, mais qui ne semble guère mieux justifié. *Sous l'influence du froid de nos hivers le fer deviendrait cristallin et cassant*. L'origine de cette opinion vient, comme pour les autres, de l'aspect cristallin des barres de fer, essieux ou autres, qui se brisent dans ces conditions de température. Qu'il y ait en hiver plus d'essieux cassés qu'en été, que les membres des hommes et des animaux se brisent plus facilement, c'est incontestable; mais la cause de ces accidents peut très-bien être, pour les uns comme pour les autres, la dureté plus grande du sol, la raideur des articulations, et, en définitive, le choc plus rude subi par les parties exposées. Il n'y a dans tout cela rien qui autorise à supposer que la cristallisation constatée dans les pièces brisées soit la conséquence d'un abaissement de la température. D'ailleurs, pour être juste, il faudrait admettre et prouver qu'une barre de fer cristallisée à — 20 degrés par exemple redevient nerveuse à + 20 degrés.

» En dehors de ces raisonnements, qui suffiraient peut-être pour se rendre compte de l'action du froid sur le fer, j'ai fait les expériences suivantes :

» Plusieurs morceaux de cette barre de bon fer dont j'ai parlé plus haut ont été exposés, pendant plus de quatre mois, dans l'usine frigorifique de M. Ch. Tellier à Auteuil, à des températures variant de zéro à — 18 degrés; d'autres sont restés à l'air pendant les grands froids de l'hiver dernier, c'est-à-dire à 20 degrés environ au-dessous de zéro. J'ai essayé de casser ces barres dans des conditions différentes, soit quand elles étaient froides,

soit quand elles étaient revenues à plusieurs degrés au-dessus de zéro. Tous les échantillons se sont comportés, sous le rapport de la résistance, comme la barre originaire, et n'étaient nullement cristallisés.

» Je ferai remarquer, cependant, que mes expériences n'ont jamais porté que sur le bon fer; il en est autrement pour le mauvais, et je ne puis nier que la fragibilité de ce métal mal travaillé soit augmentée sensiblement par le froid.

» Ce que je viens d'exposer peut se résumer ainsi : toutes les fois que, sous l'influence d'un effort, une barre de fer vient à se briser et que sa cassure est cristalline, on peut être convaincu que cette structure préexistait; elle provenait généralement d'un vice de fabrication, mais elle n'était due ni au travail, ni au froid qu'avait supportés la pièce depuis sa fabrication.

» Si l'on veut bien admettre ce que je crois avoir démontré, on reconnaîtra qu'une grande industrie, obligée de se fournir de nombreuses pièces de forge semblables, ne peut avoir une véritable sécurité, en essayant à outrance, 4 à 5 pour 100 de ces pièces. En effet, comment espérer que le forgeage aura toujours été le même, ainsi que les températures initiales et finales? Sans compter les négligences apportées dans la fabrication! Il peut donc arriver, même en employant des matières de bonne qualité, que les fers essayés ne représentent pas la moyenne de la résistance de la totalité des barres.

» Ces expériences et ces considérations m'ont amené à étudier les moyens les plus pratiques de revivifier le fer ou l'acier, détériorés par des opérations mal faites, et à essayer de ramener les pièces bien ou mal forgées à un même état, aussi voisin que possible du maximum de résistance.

» On emploie depuis longtemps, dans ce but, le recuit pour le fer, la trempe suivie du recuit pour l'acier; mais ces moyens laissent beaucoup à désirer dans leur mode d'application. Ils sont aujourd'hui coûteux, incertains, souvent insuffisants et, par cela même, peu utilisés, surtout pour les grosses pièces qui en ont le plus besoin. J'ai pensé que des recherches à cet égard pourraient être utiles et intéressantes. Je les ai commencées; malheureusement des réformes économiques, dont l'appréciation m'est interdite, ont arrêté mes expériences déjà avancées. Si l'Académie daignait s'intéresser à mes travaux, je pourrais, je l'espère, compléter prochainement cette Communication. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Des éthers acétiques de la dulcite.* Note de M. G. BOUCHARDAT, présentée par M. A. Wurtz (1).

« La dulcite peut remplir le rôle d'un alcool hexatomique, ainsi que cela résulte de ses combinaisons avec l'acide nitrique et de sa reproduction quand on fixe de l'hydrogène sur la galactose; cependant, à part la dulcite hexanitrique, on n'a obtenu que des éthers neutres dérivés, non de la dulcite, mais de son premier anhydride, la dulcitane (2).

» Ainsi qu'on le verra, on peut obtenir méthodiquement d'un acide organique monobasique plusieurs combinaisons neutres appartenant, soit à la série des éthers de la dulcite, soit à la série des éthers de la dulcitane.

» J'ai opéré, avec l'acide acétique monohydraté, l'acide acétique anhydre et le chlorure acétique. Avec l'acide acétique monohydraté, cristallisable, l'éthérification n'est pas sensible à 120 degrés; il faut, pour avoir une réaction, élever la température entre 180 et 200 degrés. Avec l'acide acétique anhydre, l'action commence régulièrement à 136 degrés; on arrive, jusqu'au dernier terme, à la température de 180 degrés. Le chlorure acétique attaque déjà à froid la dulcite. Voici les composés que j'ai obtenus dans ces différentes réactions.

» *Dulcite diacétique.* — On prend poids égaux de dulcite pulvérisée et d'acide acétique anhydre auquel on ajoute de 12 à 15 fois son poids d'acide cristallisable, et l'on porte le tout à l'ébullition, jusqu'à ce que toute la matière soit dissoute; par le refroidissement il se dépose de petits cristaux que l'on sépare de l'eau mère acide par expression. Deux cristallisations dans l'eau tiède, qui en dissout une assez forte proportion, donnent un produit très-pur. Il se présente sous forme d'écailles cristallines brillantes, fusibles à 176 degrés, température corrigée, volatiles sans laisser de résidu charbonneux quand on en chauffe une petite quantité sur une lame de platine.

» C'est un corps inodore et insipide; sa solution aqueuse a une action très-faible sur la lumière polarisée; son pouvoir rotatoire, dirigé vers la droite, est dans la lumière monochromatique produite par le sodium $[\alpha j] = +0°,47'$ à la température de 14 degrés. Il est soluble dans l'eau tiède, peu dans l'eau froide; l'eau bouillante le saponifie à la longue; les alcalis étendus donnent le même résultat en produisant des acétates et de

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Berthelot, au Collége de France.

(2) BERTHELOT, *Comptes rendus*, t. XXXI, p. 625; dulcitane dibutyrique, dulcitane distéarique, tétrastéarique, dulcitane dibenzoïque.

la dulcite régénérée, qui paraît mélangée de traces de dulcitane. Il se dissout un peu dans l'alcool, il est presque insoluble dans l'éther. La composition de ce corps, vérifiée par l'analyse et par la saponification au moyen d'une liqueur titrée de baryte, correspond à la formule

$$C^{20}H^{18}O^{16} = C^{12}H^{14}O^{12} + 2C^{8}H^{6}O^{6} - 2C^{4}H^{4}O^{4},$$
$$C^{20}H^{18}O^{16} = C^{12}H^{14}O^{12} + 2C^{4}H^{4}O^{4} - 2H^{2}O^{2}.$$

» *Dulcitane diacétique.* — La liqueur acide provenant de la préparation précédente a été chauffée à 150 degrés pour chasser la majeure partie de l'acide acétique. Il reste dans la cornue un liquide visqueux et acide.

» On le traite par l'éther, qui en sépare de la dulcite diacétique; on agite la liqueur éthérée avec une solution alcaline; le liquide supérieur est évaporé et desséché à l'étuve entre 110 et 120 degrés. Le produit ainsi obtenu est incolore, liquide et très-mobile à 100 degrés; il prend, à la température ordinaire, la consistance et l'aspect d'une huile qui commence à se figer. Chauffé en petite masse, il se volatilise sans résidu charbonneux. Sa solution alcoolique dévie un peu vers la droite la lumière polarisée $[\alpha j] = + 1°, 31'$.

» Il possède une saveur amère très-prononcée; il est soluble dans l'eau, très-soluble dans l'alcool et dans l'éther. Sa composition correspond à la formule

$$C^{20}H^{16}O^{14} = C^{12}H^{14}O^{12} + 2C^{4}H^{4}O^{4} - 3H^{2}O^{2}.$$

» Par la saponification au moyen des solutions alcalines à 100 degrés, il fournit des acétates et de la dulcitane contenant un peu de dulcite régénérée.

» *Dulcite hexacétique.* — On obtient ce corps en maintenant, pendant six heures à 180 degrés, 1 partie de dulcite et 4 parties d'acide acétique anhydre : la dulcite se dissout rapidement dans ces conditions; par le refroidissement, il se dépose de petits cristaux blancs que l'on purifie en les faisant cristalliser dans l'alcool.

» Ils se présentent alors sous la forme de petites lames cristallines dures, friables, fusibles à 171 degrés, température corrigée, en un liquide très-mobile. Si l'on maintient ce corps fondu entre 200 et 220 degrés, il se sublime en partie sans altération dans sa composition chimique. Seulement, la dulcite acétique ainsi sublimée et cristallisée a pris momentanément quelques propriétés différentes : elle est beaucoup plus fusible entre 130 et 140 degrés; elle a la consistance d'une résine sèche à la température ordinaire; elle paraît également plus soluble dans les dissolvants de la dulcite hexacétique. Peu à peu, elle reprend les propriétés primitives du corps,

et l'on remarque que, du jour au lendemain, les cristaux sublimés, qui étaient transparents et offraient l'apparence de la naphtaline, sont devenus opaques. Fondue à 200 degrés et refroidie brusquement, la dulcite hexatomique présente quelques propriétés qu'on peut attribuer à la trempe : elle est alors en partie amorphe et possède l'apparence d'une résine sèche; elle est beaucoup plus soluble dans les dissolvants à froid. Au bout de peu de temps, il se sépare de ces liqueurs de la dulcite hexacétique cristallisée. Les solutions de dulcite hexacétique exercent une action insensible sur la lumière polarisée. La dulcite hexacétique est insipide, elle est très-peu soluble dans l'eau bouillante, qui la saponifie en partie. Elle est assez soluble dans l'alcool chaud, très-peu dans l'alcool froid, un peu soluble dans l'éther froid. En six heures, 100 parties d'eau à 120 degrés, saponifient totalement une partie de dulcite hexacétique. En régénérant l'acide et la dulcite, les solutions alcalines produisent le même résultat à 100 degrés.

» Sa composition correspond à la formule

$$C^{36}H^{26}O^{24} = C^{12}H^{14}O^{12} + 6\,C^4H^4O^4 - 6\,H^2O^2.$$

» *Dulcitane tétracétique.* — Ce composé se forme en même temps que la dulcite hexacétique. On chauffe les eaux mères acides de cette préparation à 150 degrés pour chasser l'excès d'acide; on reprend le résidu par l'éther froid; il se sépare, par l'évaporation, des cristaux de dulcite hexacétique et d'éthers inférieurs de la dulcite; enfin, il reste une huile colorée en brun, que l'on purifie en la lavant à l'eau alcaline, qui en dissout à peine, et la redissolvant dans l'éther. La solution éthérée est décolorée, en la laissant en contact une heure avec de l'oxyde de plomb précipité : on enlève le plomb dissous par l'hydrogène sulfuré. Après plusieurs traitements identiques, on évapore la solution éthérée, et il reste une matière qui a l'aspect d'une résine incolore : c'est la dulcitane tétracétique.

» Ce composé se sublime, sans charbonner, quand on le chauffe en petites masses sur une lame de platine; ses solutions alcooliques dévient à droite la lumière polarisée $(\alpha_j) = +6^\circ 31'$. C'est un corps d'une amertume insupportable et très-persistante. Chaud, il a une odeur désagréable. Chauffée à 180 degrés, avec de l'acide acétique anhydre, la dulcitane tétracétique donne de la dulcite hexacétique cristallisée. Elle est très-soluble dans l'alcool et l'éther froid, presque insoluble dans l'eau froide. Les alcalis en solution étendue saponifient ce corps en régénérant l'acide acétique et de la dulcitane mélangée de petites quantités de dulcite. Sa composition répond à la formule

$$C^{28}H^{20}O^{18} = C^{12}H^{14}O^{12} + 4\,C^4H^4O^4 - 5\,H^2O^2.$$

» *Dulcite pentacétomonochlorhydrique.* — On traite la dulcite en poudre très-fine par le chlorure acétique en excès dans un appareil à reflux; il est indispensable d'employer ce réactif très-pur et exempt d'acide acétique : la masse se gonfle sans se dissoudre sensiblement. Après six heures d'action, on chasse l'excès de chlorure acide par la distillation, et on dessèche le composé dans le vide : on obtient ainsi la dulcite acétochlorhydrique. C'est un composé instable, d'apparence cristalline. Chauffé avec de l'eau ou de l'alcool, il se dédouble en acide chlorhydrique et en dulcite pentacétique; l'acide acétique déplace également l'acide chlorhydrique avec production de dulcite hexacétique. La formation de ce corps répond à la formule

$$C^{32}H^{23}ClO^{20} = C^{12}H^{14}O^{12} + 5C^{4}H^{3}ClO^{2} - 4HCl.$$

» *Dulcite pentacétique.* — On obtient ce composé par la saponification partielle du précédent; il suffit de le dissoudre dans l'alcool bouillant. Il cristallise alors de la dulcite pentacétique pure, si l'on a évité, dans la préparation précédente, la présence de l'acide acétique libre; autrement, on obtient des mélanges difficilement séparables de dulcite pentacétique et de dulcite hexacétique.

» Les propriétés de ce corps sont presque les mêmes que celles de la dulcite hexacétique. Il en diffère par une moindre solubilité dans l'alcool et dans l'éther; il est un peu soluble à l'eau chaude; ses solutions exercent une action insensible sur la lumière polarisée; son point de fusion est situé vers 165 degrés.

» Chauffé longtemps vers 200 degrés, il se transforme partiellement en dulcitane pentacétique avec séparation d'eau. Ce composé a l'aspect d'une résine solide, cassante, soluble dans l'éther, qui dissout à peine le composé primitif.

» La composition de la dulcite pentacétique répond à la formule

$$C^{32}H^{24}O^{22} = C^{32}H^{23}ClO^{20} + H^{2}O^{2} - HCl.$$

» *Conclusions.* — L'acide acétique et la dulcite fournissent un grand nombre de combinaisons neutres que l'on peut rattacher à deux séries principales et que l'on peut formuler d'une façon générale

$$C^{12}H^{14}O^{12} + nC^{4}H^{4}O^{4} - nH^{2}O^{2},$$

$n$ pouvant prendre toutes les valeurs de 1 à 6 pour la série correspondant à la dulcite; et

$$C^{12}H^{14}O^{12} + mC^{4}H^{4}O^{4} - (m+1)H^{2}O^{2},$$

$m$ pouvant prendre toutes les valeurs de 1 à 5 pour la série de la dulcitane. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Bromhydrates et chlorhydrates d'allylène.* Note de **M. Reboul**, présentée par M. Wurtz.

« I. L'allylène s'unit directement et d'une manière rapide à froid à l'acide bromhydrique en solution aqueuse très-concentrée et employée en grand excès. L'opération peut s'effectuer aisément sur la cuve à mercure. La rapidité de l'absorption dépend essentiellement de l'état de concentration de l'acide. Avec un acide marquant 66 degrés Baumé, elle est complète, au bout de cinq à six heures, à la température zéro. Si l'on remplace l'allylène à mesure qu'il disparaît, on peut produire d'assez notables quantités de dibromhydrates dans la même cloche, en ayant soin d'employer un grand excès de solution bromhydrique très-concentrée, sans quoi celle-ci, s'étendant à mesure que l'allylène s'unit avec l'acide, s'appauvrirait sensiblement, ce qui amène un ralentissement très-rapide dans la vitesse d'absorption.

» L'huile ainsi obtenue, qui est plus lourde que la solution de l'hydracide, est du dibromhydrate d'allylène mélangé avec une fort petite proportion de monobromhydrate. Soumise à la rectification, elle se résout presque en totalité en un liquide bouillant de 114 à 115 degrés, d'une odeur beaucoup moins suave que celle du bromure de propylène, son isomère. Sa densité est 1,875 à la température de 10 degrés. La potasse alcoolique le détruit en lui enlevant une molécule d'acide bromhydrique et le transforme en monobromhydrate; seulement, cette décomposition s'effectue plus difficilement et d'une manière moins complète que celle du bromure de propylène. En opérant, en effet, de la même manière que pour transformer celui-ci en propylène bromé, l'huile précipitée par l'eau du liquide distillé contient encore une assez forte proportion de dibromhydrate inaltéré, bien qu'on emploie un excès de potasse. Aussi vaut-il mieux, pour préparer le monobromhydrate, chauffer pendant deux ou trois heures à 100 degrés, et en vase clos, le dibromhydrate avec de l'éthylate de soude contenant précisément la quantité de sodium nécessaire pour enlever la moitié du brome. En précipitant par l'eau, lavant et rectifiant deux ou trois fois, on obtient ainsi le monobromhydrate à l'état de pureté.

» La constitution du dibromhydrate d'allylène $C^3H^4$, $2HBr$ me semble devoir être représentée par la formule $\begin{matrix}CH^3\\ CBr^2\\ CH^3\end{matrix}$, qui en fait un corps identique avec le méthylbromacétol de M. Linnemann. On verra un peu plus loin les raisons qui me font regarder cette identité comme très-probable. Le

monobromhydrate est alors $\begin{matrix}CH^3\\ CBr\\ CH^2\end{matrix}$, isomérique avec le propylène bromé ordinaire $\begin{matrix}CH^3\\ CH\\ CHBr\end{matrix}$.

» Préparé en effet par la méthode qui vient d'être indiquée, le monobromhydrate constitue un liquide d'une densité de 1,39 à la température de 9 degrés, et bouillant à 48-49 degrés sous la pression de $0^m,740$, le propylène bromé bouillant à 54 degrés. Refroidi convenablement et traité par le brome qu'on y fait tomber peu à peu, il en fixe deux atomes et se transforme en un dibromure $\begin{matrix}CH^3\\ CBr^2\\ CH^2Br\end{matrix}$, qui est lui-même isomérique avec le bromure de propylène bromé. Tandis que celui-ci bout, comme l'a observé M. Linnemann et comme je l'ai observé moi-même, à 194-196 degrés, en se colorant et émettant quelques fumées d'acide bromhydrique, le nouveau composé, plus stable, distille parfaitement incolore et sans donner la moindre fumée de HBr, à 5 ou 6 degrés plus bas, c'est-à-dire vers 190 degrés. Il est également isomérique avec l'isotribromhydrine de M. Wurtz (217 degrés) et la tribromhydrine de M. Berthelot (180 degrés).

» Bien que le bromhydrate d'allylène bouille à 5 ou 6 degrés plus bas que le propylène bromé, il m'a paru néanmoins utile, pour mettre son isomérie avec lui hors de doute, de chercher à la démontrer directement par une différence de réaction qui la rendît incontestable. Cette différence, qui montre nettement que ce sont deux composés distincts, est fournie par la manière dont ces deux corps se comportent vis-à-vis de l'acide bromhydrique fumant, en solution saturée à $+10$ degrés et marquant 66 degrés Baumé à la température $+9$ degrés.

» 1° Chauffé pendant quatre heures à 100 degrés avec 8 à 10 volumes de cette solution, le monobromhydrate (48-49 degrés) est transformé en dibromhydrate bouillant à 114-115 degrés, sans traces sensibles de bromure de propylène. Le propylène bromé, traité de la même manière par la même solution, donne, au contraire, par suite de la fixation de HBr, un mélange fort riche en bromure de propylène.

» 2° Du monobromhydrate d'allylène (49 degrés) et du propylène bromé (54 degrés) ont été introduits dans deux tubes avec 8 à 10 volumes de la solution bromhydrique à 66 degrés B. On a scellé à la lampe et l'on a abandonné les tubes à eux-mêmes, en les agitant de temps en temps. Au bout de deux heures et demie à trois heures au plus, le monobromhydrate, beaucoup plus léger que l'acide, dont la densité est 1,8, tombe au fond, ce qui

indique une transformation déjà fort avancée. Si l'on distille l'huile formée, tout passe avant 117 et se résout, par une seconde distillation, en grande partie, en dibromhydrate d'allylène pur.

» La combinaison du propylène bromé avec l'hydracide se fait, au contraire, beaucoup plus lentement. L'huile ne commence à tomber au fond qu'au bout de quarante à quarante-cinq heures. En laissant le contact se prolonger pendant cinq jours, on constate, en la soumettant à la distillation, qu'après avoir abandonné une certaine quantité de propylène bromé inaltéré, elle se compose d'un mélange de dibromhydrate d'allylène et de bromure de propylène passant de 125 à 145 environ.

» II. L'allylène s'unit directement avec l'acide chlorhydrique à froid, quand on le met en contact avec une solution, aussi concentrée que possible, de celui-ci; seulement, la combinaison s'effectue beaucoup plus lentement qu'avec l'acide bromhydrique : au lieu de quelques heures, il faut quelques jours. Il se forme un mélange de deux chlorhydrates d'allylène dans lequel le dichlorhydrate domine de beaucoup. L'huile formée, séparée, lavée, séchée et distillée, se résout en effet en grande partie en dichlorhydrate bouillant à 69-70 degrés, comme le méthylchloracétol de M. Friedel, avec lequel je le crois identique. De même, le méthylbromacétol de M. Linnemann (115-118 degrés), quoique bouillant à 2 degrés environ plus haut que le dibromhydrate d'allylène (114-115 degrés), est, suivant moi, identique avec lui, et cette légère différence est probablement due à une impureté contenue dans le méthylbromacétol. Ce qui me le fait croire, c'est le fait suivant, que je considère comme presque décisif.

» Le propylène bromé du méthylbromacétol se comporte avec l'acide bromhydrique comme le monobromhydrate d'allylène, et non comme le propylène bromé. Mis en contact à froid avec un excès de l'acide marquant 66 degrés B., il s'y unit rapidement, tombe au fond au bout de trois heures et se transforme en un bromure $C^3H^6Br^2$ bouillant de 114 à 116 degrés.

» Il en est de même pour le propylène bromé dérivé du bromhydrate de propylène bromé; détruit par la potasse alcoolique, ce bromhydrate (121-122 degrés) donne en effet un propylène bromé passant à la première distillation de 48 à 60 degrés, et qu'il est facile de résoudre presque en totalité en un liquide bouillant à 48-50 degrés, comme le monobromhydrate d'allylène. Il se comporte identiquement, comme lui, dans les mêmes conditions, avec l'acide bromhydrique, et ne fournit que le bromure $C^3H^6Br^2$ (115 degrés). Il y a deux ans, quand, en décrivant le bromhydrate de propylène bromé, j'ai dit que la potasse alcoolique lui enlève HBr en le transformant en propylène bromé, je commettais une erreur pour ainsi dire

inévitable, à moins d'avoir des raisons spéciales d'y regarder de très-près. En effet, le produit de la destruction passant de 50 à 60 degrés, donnant avec le brome un bromure bouillant vers 190 degrés, et enfin le bromhydrate de propylène bromé résultant de l'union directe de l'acide bromhydrique avec le propylène bromé, il était tout naturel, sans rechercher le point d'ébullition de ce produit et sans l'étudier d'une manière spéciale, d'admettre que c'était du propylène bromé ordinaire.

» Si l'on remarque que l'action de l'acide bromhydrique sur le propylène bromé donne deux bromures isomériques dont les proportions relatives varient suivant l'état de concentration de l'acide et probablement aussi dans d'autres conditions, on se trouve amené à pressentir que ces deux bromures s'accompagnent presque toujours, et que le bromhydrate de propylène bromé est probablement un mélange de dibromhydrate d'allylène qui domine et d'un peu de bromure de propylène. C'est ce que j'espère démontrer dans une très-prochaine Communication, dans laquelle je reviendrai sur quelques points à peine indiqués dans celle-ci, et sur les conséquences théoriques qui en résultent. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la pyruvine.* Note de M. SCHLAGDENHAUFFEN, présentée par M. Wurtz.

» J'ai obtenu récemment une glycéride de l'acide pyruvique, en chauffant la glycérine avec l'acide tartrique. La température à laquelle j'ai opéré est supérieure à celle qui est nécessaire pour obtenir la série des acides glycérotartriques. A un moment donné, quand on opère dans une cornue, on voit que le col du récipient se tapisse de jolis cristaux. Le corps nouveau est une glycéride dans laquelle entre le radical pyruvique; l'analyse prouve que le composé renferme $\left.\begin{matrix} C^3H^5 \\ H^2 \\ C^3H^3O^2 \end{matrix}\right\} O^3$, c'est-à-dire de la pyruvine, dont je donnerai prochainement la description complète. J'ajoute seulement qu'elle se sublime, à la température du bain-marie, en lamelles brillantes, fusibles à 78 degrés, solubles dans l'alcool, l'éther, le sulfure de carbone, la benzine, et surtout dans le chloroforme, qui est son meilleur dissolvant. L'eau la dissout en la décomposant. La solution, d'abord neutre, ne tarde pas à rougir le papier de tournesol.

» La pyruvine bout à 242 degrés; le produit en ébullition change de couleur et devient acide. »

BOTANIQUE. — *Le* Cratægus Aronia (*Spach*) *dans ses rapports avec l'Aubépine et l'Azerolier d'Italie.* Note de **M. J.-E. Planchon**, présentée par M. Decaisne.

« La forme d'Aubépine la plus répandue aux environs de Montpellier est un arbuste buissonneux, à fruits ovoïdes ou oblongs, renfermant un seul noyau sous une pulpe insipide. Sans répondre exactement au *Cratægus monogyna* des auteurs, c'est du moins une race monogyne du *Cratægus oxyacantha*.

» Plus élevé de taille, presque toujours formant un petit arbre, plus robuste dans toutes ses parties, l'Azerolier qu'on appelle d'Italie se distingue aisément de l'Aubépine par de gros fruits presque globuleux, de couleur rouge, jaune ou blanche, peu sapides, mais cependant mangeables, renfermant au moins trois noyaux, quelquefois même quatre ou cinq.

» Pour les botanistes, cet Azerolier est le *Cratægus azarolus* de Linné. On le cultive dans les jardins, parfois même sur le bord des vignes et des champs, mais jamais en haie comme l'Aubépine. Egalement fertiles par les graines et se reproduisant d'habitude avec des caractères constants, ces deux types, qui ne varient que par nuances, ont tout l'air d'être des espèces légitimes, la première apparemment sauvage, la seconde domestique ou tout au plus demi-spontanée.

» Entre ces deux soi-disant espèces se présente comme forme intermédiaire un Azerolier assez fréquent dans le midi de la France, où son fruit se mange sous le nom de Pommettes à deux noyaux (*Poumetos de dous closses* dans l'idiome languedocien). L'arbre a la forme générale de l'Azerolier, avec des rameaux moins robustes et moins duveteux, des feuilles plus découpées, passant davantage à celles de l'Aubépine dont les découpures latérales sont plus nombreuses et plus profondes. Ses fruits, presque toujours à deux noyaux (sauf les cas d'avortement), rarement à trois, ont la forme globuleuse à sommet tronqué des Azeroles d'Italie. Ils en ont aussi la chair, le goût aigrelet, non désagréable; ils donnent également par la cuisson une gelée à parfum de vanille; mais leurs dimensions sont deux, trois ou quatre fois moindres, variant entre 10 à 12 millimètres dans leur diamètre transversal.

» Cet Azerolier à deux noyaux n'est pas rare aux environs de Montpellier. Je l'y ai vu surtout fréquemment depuis que M. G. de Saporta a fixé sur lui mon attention, en me le signalant à Narbonne et sur divers points du département de l'Hérault. Lobel (*Adversaria*, p. 443) l'indique, au

seizième siècle, dans le bois de Valène, près de Montpellier, sous le nom de *Mespilus aronia*. Magnol (*Botan. Montp.*, p. 176-177) le signale aussi comme *Mespilus aronia* et comme étant le *Mespilus apiifolio laciniato* du Pinax de Gaspard Bauhin. Gouan (*Hort. reg. Montp.*) en fait le *Cratægus azerolus* de Linné, et c'est sans doute par suite d'une confusion pareille que nos floristes modernes le passent sous silence, ou n'en font qu'un synonyme de l'Azerolier (Gren. et Godr., *Fl. de France*, t. I, p. 568). C'est dans les *Suites à Buffon*, de M. Spach, que nous l'avons trouvé bien décrit sous le nom de *Cratægus aronia*.

» Quelle est, au point de vue de l'espèce, la valeur réelle de cette Azerole? Est-ce une plante autonome, comme semblerait l'indiquer la fertilité de ses graines et la conservation presque absolue de ses caractères par voie de semis? Ceux-là répondraient par l'affirmative qui considèrent comme espèce légitime toute forme qui se perpétue par le semis avec des caractères constants. Mais cette définition arbitraire ferait considérer comme telles de simples races relativement permanentes.

» D'autre part, si notre *Cratægus aronia* était un hybride véritable, c'est-à-dire le produit croisé de deux espèces légitimes, *Cratægus oxyacantha* et *Cratægus azarolus*, on devrait s'attendre à le voir plus ou moins frappé de stérilité. Or l'expérience faite dans les pépinières (notamment chez M. Sahut, à Montpellier) et dans mon propre jardin met hors de doute la fertilité de ses graines.

» Reste une troisième hypothèse, celle qui regarderait le *Cratægus aronia* comme un métis, c'est-à-dire comme le produit fécond de deux races d'une même espèce, races dont l'une, sauvage, serait la forme monogyne du *Cratægus oxyacantha* et dont la seconde (*Cratægus azarolus*, L.) serait la forme très-perfectionnée par la culture de ce même *Oxyacantha*.

» En faveur de cette dernière hypothèse on invoque diverses raisons tirées les unes de l'expérience, les autres de l'analogie.

» En premier lieu, dans un semis de *Cratægus aronia* opéré par M. Sahut, à côté de plus de vingt pieds ayant conservé les traits maternels, il s'en trouve deux qui présentent presque absolument les caractères du *Cratægus Oxyacantha* (*monogyna*). L'auteur du semis nous assure avoir observé des faits semblables dans des semis antérieurs. Il affirme n'avoir pu mêler des noyaux de *Cratægus oxyacantha* à ceux de *Cratægus aronia*, par la raison qu'il n'a pas semé le premier type en même temps que le second, et que les graines des deux sont toujours recueillies séparément. Si l'on admet donc comme pur de tout mélange le semis d'Azerole à deux noyaux fait par ce consciencieux horticulteur, le retour accidentel de ce type vers l'Aubépine

de nos haies indique chez l'*Aronia* une nature métisse susceptible de se trahir brusquement par le retour vers l'un des ascendants (1). Le seul doute qui pèse sur le fait provient de ce que l'expérience n'a pas été établie avec un dessein déterminé : ses résultats ne peuvent donc être admis que sous bénéfice d'une sérieuse vérification.

» Quelques circonstances, néanmoins, favorisent l'hypothèse que l'*Aronia* pourrait être né de l'Aubépine fécondée par l'*Azarolus*. On observe en général les *Aronia* sur les bords des vignes, dans les haies, avec les allures de plantes venues d'elles-mêmes, sans que les propriétaires aient pris soin de les semer. Ils sont assez fréquents aux environs du domaine de Grammont (près Montpellier), dans le voisinage d'un gros *Cratægus azarolus* dont les abeilles doivent disséminer le pollen sur les Aubépines des alentours.

» Enfin la raison qui nous porte à voir dans l'*Aronia* un métis de l'Aubépine et de l'Azerole, c'est le fait pour nous bien établi que certain Pistachier à petit fruit, dont nous indiquerons ailleurs la curieuse synonymie (*Pistacia cappadocica*, Tournef, *Pistacia nemausensis*, Requien, *Pistacia hybrida*, Gasparr.), provient du semis de grosses Pistaches et constitue un métis entre le *Pistacia terebinthus* (père) et le *Pistacia vera* (mère), ce dernier type étant considéré, avec ses variétés diverses, comme une forme dérivée du *Pistacia terebinthus*.

» Au premier abord, il semble extraordinaire de rattacher les formes très-perfectionnées d'arbres à fruits aux types sauvages qui les représentent dans les lieux incultes. Mais lorsqu'on songe aux expériences de M. Decaisne sur les Poiriers, on ajoute moins d'importance à des diversités qui portent sur la dimension, la texture et la saveur des organes plus que sur les caractères profonds. En ce cas, l'existence des métis, conservant sous des traits intermédiaires à ceux des parents une fertilité qui manque aux hybrides entre espèces, devient un argument de plus en faveur de l'identité spécifique des formes extrêmes.

» Ceci soit dit sans préjuger en principe la question de fixité ou de mutabilité de ce qu'on appelle espèce. Tout en croyant dans l'ensemble au transformisme pour expliquer la filiation des types actuels par rapport aux types antérieurs, on est bien forcé, dans la pratique, de considérer comme espèce tout ensemble de formes entre lesquelles le croisement donne des

---

(1) On pourrait objecter, peut-être, que les Aubépines sorties du semis de l'*Aronia* sont des hybrides entre cet *Aronia* et l'*Oxyacantha* considérés comme deux espèces; mais, dans ce cas, le produit aurait les caractères mixtes que présentent les hybrides, au lieu de ce retour brusque vers l'un des parents qui caractérise souvent l'atavisme.

produits féconds. Au moins, dans l'état actuel de nos connaissances, la fertilité des métis, comparée à la stérilité relative des hybrides, est-elle le criterium le plus sûr pour établir la distinction entre l'espèce et la race, deux notions dont on ne peut se passer en histoire naturelle sans aboutir à la confusion : car, entre ceux qui voient l'espèce dans la moindre variation individuelle et ceux qui ne voient dans la nature que des formes en constante évolution, le sens pratique veut que l'on retienne les anciens cadres du groupement des individus, sans condamner en théorie les hypothèses séduisantes du transformisme. »

PHYSIQUE. — *Explications de trois fulgurations dans lesquelles les paratonnerres ont été insuffisants; par* **M. W. de Fonvielle** (1).

M. Henry Wilde, physicien anglais, bien connu de l'Académie par l'invention d'une machine destinée à la production de l'électricité, vient de signaler à ses compatriotes l'influence que les conduites d'eau ou de gaz peuvent exercer sur la direction que suit la foudre. Je ne crois pas nécessaire de protester contre la manière dont M. Wilde prétend établir ses droits de priorité : les miens sont suffisamment solides, grâce à la bienveillance avec laquelle l'Académie a daigné accueillir mes précédentes Communications dans ses *Comptes rendus*. Mais il me paraît utile d'appeler l'attention sur trois sinistres dont M. Wilde n'a point indiqué la cause, et qui s'expliquent parfaitement en faisant intervenir hypothétiquement le mauvais état des chaînes de paratonnerre et l'influence des eaux pluviales, bouchant des conduites de décharge ou établissant des communications temporaires, par l'intermédiaire du sol ou des murailles inondées.

» En 1861, la foudre abandonna le paratonnerre qui protégeait la cheminée d'une filature d'Oldham. Le fluide se porta sur un fil télégraphique situé dans le voisinage de la chaîne du paratonnerre; il en sortit pour se porter sur un compteur de gaz, où eut lieu l'explosion, comme je l'ai signalé à plusieurs reprises. Cette affection de la foudre pour les compteurs semble tenir au défaut de continuité des pièces constituant cet organe, aussi bien qu'à leur masse. La distance franchie par l'étincelle a été de 16 pieds, ce qui est considérable, et semble indiquer que le paratonnerre était tout à fait hors de service. Un incendie fut allumé dans le lieu de l'explosion, qui était un magasin de coton; mais, comme il faisait grand jour, il fut éteint sans difficulté.

(1) *London Edimburgh and Dublin philosophical Magazine*, n° 284, p. 115.

» Un accident analogue se produisit, en 1863, sur l'église de Saint-Paul, située à Kersall-Moor. Cette église était encore pourvue d'un paratonnerre, qui ne fonctionna pas assez pour empêcher la foudre de sauter à distance sur un tuyau de gaz, qu'elle fondit en enflammant un jet. Le choc électrique fut très-violent, car le fluide se fraya une route à travers une muraille où il pratiqua un trou profond de 4 pieds. Les fidèles qui assistaient au prêche reçurent une violente secousse; ceux qui avaient leur chaise au-dessus des conduites de gaz furent surtout électrisés. Ils s'aperçurent que leurs montres étaient devenues magnétiques et qu'il était impossible d'en faire usage dorénavant.

» Le troisième accident est plus récent et eut des suites beaucoup plus funestes. Le 4 janvier dernier, la belle église de Crumpsall, petite ville voisine de Manchester, fut détruite par le feu du ciel.

» L'architecte avait eu la malheureuse idée de se servir du tuyau de décharge des eaux pluviales pour faire passer la tige du paratonnerre, et l'idée plus malheureuse encore de disposer, parallèlement à la gouttière et à peu de distance au-dessous, un long tube destiné à l'alimentation des becs de gaz pour le service intérieur de l'église.

» Il est infiniment probable que le tuyau de décharge se boucha, ou du moins qu'il devint insuffisant pour empêcher que la gouttière ne se remplît et qu'elle ne se trouvât en communication électrique avec le paratonnerre. Comme elle était en présence de l'espèce d'armature que formaient à faible distance les tuyaux de gaz, on comprend facilement ce qui est arrivé. La tige du paratonnerre devint insuffisante, d'autant plus que le mur, probablement humidifié du côté où venait l'orage, facilita la communication entre le paratonnerre et le système des conduites de gaz. L'explosion, qui eut les malheureux effets que nous avons signalés, se produisit, comme toujours, au compteur; au moins la chose est très-probable, car c'est dans la sacristie que se trouve le compteur, et c'est précisément dans cet endroit que l'incendie se déclara.

» Loin d'être un argument contre l'établissement des paratonnerres, que certaine nation n'accepte point encore sans répugnances, ces accidents sont une justification éclatante des principes physiques que l'Académie des Sciences de Paris a solidement établis (1). »

---

(1) Si le bâtiment que l'on arme d'un paratonnerre renferme des pièces métalliques un peu considérables, comme des lames de plomb qui recouvrent le faîtage et les arêtes du toit des gouttières en métal, de longues barres de fer pour assurer la solidité de quelque partie du bâtiment, il sera nécessaire de les faire toutes communiquer avec le conducteur du para-

MÉTÉOROLOGIE COSMIQUE. — *Sur l'origine des aurores polaires;* Note de **M. E. H. von Baumhauer**, présentée par M. Ch. Sainte-Claire Deville.

« Le *Compte rendu* de la séance du 19 février dernier renferme trois Communications ayant trait à l'origine des aurores polaires, l'une de M. le Maréchal Vaillant, la seconde de M. Tarry, et la troisième de M. Silbermann. C'est à juste titre que ce phénomène, presque journalier dans les régions polaires, provoque de nouveau, depuis quelque temps, l'intérêt des météorologistes et des astronomes; car toutes les explications qu'on en a proposées jusqu'à ce jour ne rendent compte que très-imparfaitement des diverses particularités qui l'accompagnent.

» Qu'il me soit permis, à cette occasion, de rappeler à l'Académie que je me suis occupé de ce sujet il y a déjà près de vingt-huit ans. Dans ma thèse *De ortu lapidum meteoricarum*, (Utrecht, 1844), dont un extrait a été publié dans les *Annales de Poggendorff* (1845, t. LXV, p. 465), j'ai émis, sur l'origine cosmique des aurores polaires, une hypothèse qui, bien qu'elle ait très-peu attiré l'attention des savants, me semble encore la plus simple de toutes, celle qui explique le mieux les apparences du phénomène, ainsi que son influence perturbatrice sur l'aiguille aimantée et sur les lignes télégraphiques.

» Après avoir montré la connexité qui me semble exister entre les planètes proprement dites, leurs satellites, les comètes, les astéroïdes ou étoiles filantes, les bolides, les météorites (qui, pour moi, sont de petites planètes), et la lumière zodiacale (un disque d'astéroïdes ou de matière cosmique autour du Soleil), je m'exprimais, quant à l'aurore polaire, dans les termes suivants :

« Ainsi que nous l'avons déjà fait remarquer, ce ne seraient pas seulement des corps solides, mais aussi des brouillards de matière non encore condensée, qui parviendraient dans notre atmosphère. Si, en outre, de la composition chimique des pierres et des masses de fer qui tombent sur la terre, nous pouvons conclure la composition chimique des brouillards de matière non condensée, il est possible, comme les pierres météoriques sont constituées en partie, et les masses de fer météorique presque en entier, par du fer et du nickel, que les brouillards météoriques contiennent également une proportion considérable de ces métaux magnétiques.

---

tonnerre.... Si cette réunion n'avait pas lieu et que le conducteur renfermât quelque solution de continuité ou qu'il ne communiquât pas très-librement avec le sol, il serait possible que la foudre se portât avec fracas du paratonnerre sur quelqu'une des parties métalliques. (*Instruction de* 1823, passage rappelé en 1854 à propos des paratonnerres du Louvre (*Comptes rendus*, t. XXXIX, p. 1144).

» Que doit-il arriver lorsqu'un pareil brouillard, composé en majeure partie de particules magnétiques, s'approche de la Terre, que nous savons agir comme un grand aimant? Évidemment, il sera attiré vers les pôles de l'aimant, et là, en pénétrant dans l'atmosphère, les particules non oxydées et dans un état de division extrême s'oxyderont en dégageant de la chaleur et de la lumière; il en résultera le phénomène que nous connaissons sous le nom d'*aurore boréale*, et qui pourrait, à tout aussi bon droit, être appelé *aurore australe*, attendu qu'on l'observe également vers le pôle sud. A la production de ce phénomène pourront contribuer aussi les parties de la matière des étoiles filantes qui disparaissent, comme nous l'avons vu, dans l'atmosphère, ainsi que les grandes nébulosités dont les bolides et les pierres météoriques se montrent entourés au commencement de leur apparition, et dont on ne retrouve aucune trace lors de la chute. Cette matière rare et ténue prendra part à la production des phénomènes auroraux, lorsqu'elle entrera dans la sphère d'attraction des pôles magnétiques; les observations des voyageurs dans les régions polaires ont, en effet, suffisamment établi que le siége de l'aurore n'est pas situé aux pôles terrestres proprement dits, mais aux pôles magnétiques de la Terre.

» Divers faits prouvent que ce n'est pas une hypothèse entièrement dénuée de fondement que d'admettre la présence de particules métalliques dans les régions supérieures de l'atmosphère. Plus d'une fois, on a observé des chutes de grêle dans lesquelles les grêlons avaient un noyau métallique, et je présume que le fait se présenterait fréquemment, si l'on se donnait plus souvent la peine d'examiner les grêlons. C'est ainsi, par exemple, que Eversman a trouvé dans des grêlons, tombés à Sterlitamack, dans la province d'Orembourg, en Russie, des octaèdres obtusangles de sulfure de fer, dans lesquels Herman a dosé 90 pour 100 de fer (1). De même, il est tombé, le 21 juin 1821, dans la province de Majo, en Espagne, des grêlons avec noyaux métalliques, où Pictet a constaté la présence du fer au moyen du ferrocyanure de potassium (2). Mais ce qui mérite surtout notre attention, c'est la chute à Padoue, le 26 août 1834, de grêlons avec des noyaux de couleur gris cendré. Ces noyaux, examinés par Cozari (3), consistaient en grains de diverses grosseurs, dont les plus gros étaient attirables à l'aimant et furent trouvés composés de fer et de nickel. L'identité de cette matière avec celle des aérolithes ne peut guère faire l'objet d'un doute. Il serait donc très-intéressant, pour vérifier notre théorie de l'origine des aurores boréales, qu'on pût étudier le sol des régions polaires au point de vue de l'existence du nickel; ce métal ne se trouvant pas en fine poussière dans les autres parties de la surface terrestre, il pourrait être considéré comme un indice assez certain de la présence de matière météorique.

» Cette conjecture au sujet des aurores polaires trouve encore un appui dans les observations de Colla, Wartman et Quételet (4), qui ont montré que l'époque où les aurores boréales sont le plus fréquentes coïncide avec celle où l'on observe le plus d'astéroïdes; en outre, Ritter (5) a cru remarquer dans l'apparition des aurores boréales une périodicité correspon-

---

(1) Gilb., *Ann.*, LXXVI, p. 340.

(2) Gilb., *Ann.*, LXXII, p. 436.

(3) D. L. Cozari, *Annali delle Scienze del regno Lomb.-Veneto*, nov., déc. 1834, dans *New Édinb. Phil. Journ.*, n. XXXVII, p. 83.

(4) *Institut*, 1841, n° 399.

(5) Gilb., *Ann.*, XV, p. 206, et XVI, p. 221.

dant à celle de la chute des pierres météoriques; il est à regretter, toutefois, qu'il ait cherché cette périodicité dans les années qui se distinguent par l'abondance des chutes d'aérolithes et des apparitions d'aurores boréales, au lieu de comparer sous ce rapport les jours isolément (1).

» Dans ce qui précède, j'ai tâché de faire entrevoir la liaison qui paraît exister entre les différents corps et phénomènes qui appartiennent à notre système planétaire; mais je suis très-éloigné de regarder ces divers rapports comme des vérités établies, surtout en ce qui concerne les aurores boréales, dont notre théorie ne peut encore suffisamment expliquer tous les phénomènes, par exemple, l'orientation de l'aurore boréale dans le méridien magnétique, son apparition aux deux pôles de froid septentrionaux (pôles des isothermes), dont un seul est en même temps pôle magnétique, etc. Les recherches ultérieures décideront si cette théorie est fondée ou non; tout ce que j'ai voulu faire, c'est d'essayer de mettre un peu d'ordre dans un vrai chaos. »

» Ces idées, émises à une époque où il était à peine question des petites planètes, découvertes depuis en si grand nombre, parurent alors trop hardies, de sorte qu'elles m'attirèrent une réprimande de la part du grand Berzélius, dans son *Jahresbericht* de 1847, t. XXVI, p. 386. Pourtant, la probabilité de mon hypothèse me paraît plutôt renforcée qu'affaiblie par toutes les recherches postérieures et par toutes les découvertes qui ont été faites en dernier lieu dans cette direction; je citerai, entre autres, la simultanéité des aurores boréales et australes, constatée par le Dr Heis, de Münster; la relation entre les aurores polaires et les essaims d'étoiles filantes, mieux établie aujourd'hui qu'il y a vingt-huit ans; les perturbations dans les lignes télégraphiques, qui non-seulement accompagnent, mais annoncent d'avance les aurores polaires; enfin, et tout spécialement, les observations spectroscopiques, qui ont dévoilé l'identité des raies, principalement de la raie verte, dans la lumière zodiacale et dans la lumière australe (*voir* la Communication de M. Respighi dans le *Compte rendu* du 19 février).

» J'ai encore été raffermi dans mes idées anciennes par la contemplation des belles aurores boréales dont nous avons eu le spectacle ces deux dernières années. En effet, le point du ciel d'où partent les rayons lumineux, ou vers lequel ils convergent, si l'on regarde l'aurore comme émanant de la Terre, est ordinairement un nuage lumineux de forme arrondie, et les rayons qui s'en détachent se dirigent, au moins chez nous, vers le nord, le nord-ouest ou le nord-est. L'impression que j'en ai reçue se conciliait parfaitement avec l'idée qu'un grand amas de fines particules, ou peut-être un

(1) *Voir* au sujet des aurores boréales : De Mairan, *Traité de l'aurore boréale*, Paris, 1754, 2e édit.; Gehler, *Phys. Wörterb.*, à l'art. *Nordlicht*, p. 113; et Fr. Argelander, *Aufforderung an Freunde der Astronomie*, dans Schumacher, *Jahrbuch für* 1844, p. 132.

nuage gazeux cosmique, venait heurter avec une grande vitesse (propre ou résultant du mouvement de la Terre) l'enveloppe élastique de notre globe, savoir l'atmosphère, et que là, arrêté brusquement, il rejaillissait latéralement, s'étendant sur cette sphère élastique, et, finalement, sous l'influence de l'attraction exercée par les pôles de l'aimant terrestre, se dirigeait en majeure partie, sous forme de rayons, vers le pôle boréal.

» De même que l'incandescence des étoiles filantes, des bolides et des météorites est aujourd'hui expliquée par la violente compression de l'air et le dégagement de chaleur qui en est la conséquence, plutôt que par la combinaison des matières cosmiques non oxydées avec l'oxygène de l'atmosphère, de même on peut aussi attribuer à cette cause l'incandescence, et, par suite, les effets lumineux des fines particules cosmiques qui produisent l'aurore boréale.

» En ce moment, où l'aurore polaire et son origine sont de nouveau à l'ordre du jour, j'ai cru qu'il pouvait être utile de rappeler cette hypothèse. Jusqu'ici elle n'a pas été combattue d'une manière sérieuse; si des objections fondées y étaient faites, je serais le premier à l'abandonner. »

CHIMIE. — *De l'action réciproque des acides et des bases alcalines, séparés par une cloison poreuse.* Note de M. ED. LANDRIN, présentée par M. Fremy.

« Lorsqu'un acide, une base ou un sel en dissolution se diffusent à travers la paroi poreuse d'un vase de Bunsen contenant de l'eau distillée, le système total tend vers un état d'équilibre qui est atteint lorsque les solutions extérieure et intérieure sont également concentrées. La durée de l'expérience, la température et la concentration de la liqueur sont les circonstances principales qui peuvent influencer la marche de l'opération, mais à côté de ces causes générales il en est d'autres qui, rendant à chaque instant le phénomène instable, détruisent l'équilibre qui tend constamment à s'établir entre les deux solutions; c'est ainsi que la formation continue d'un composé insoluble dans le vase poreux détermine le passage complet du sel qui se trouve à l'extérieur de ce vase.

» En étudiant ces diverses causes perturbatrices, nous avons été amené à examiner ce qui se passe lorsqu'on place extérieurement une solution alcaline et intérieurement une solution acide, pouvant donner naissance par leur combinaison à un sel soluble.

» On plaçait dans le vase extérieur un volume déterminé (100 centimètres cubes) d'une solution alcaline, de titre connu, et dans le vase de Bun-

sen, 60 centimètres cubes d'une solution acide, de titre également déterminé. L'expérience durait vingt-quatre heures. Au bout de ce temps, on dosait l'acide et la base non entrés en combinaison, et l'on en concluait, par différence, le poids du sel formé. Le tableau suivant donne une moyenne de nos résultats pour les acides chlorhydrique, sulfurique et azotique.

| NATURE DU CORPS placé dans le vase extérieur. | ACIDE CHLORHYDRIQUE dans le vase intérieur. | | | | ACIDE SULFURIQUE dans le vase intérieur. | | | | ACIDE AZOTIQUE dans le vase intérieur. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Poids du corps placé dans le vase extérieur. | Poids du corps placé dans le vase intérieur. | Poids du sel formé. | Ibid. pour 100 d'acide en sulfate de potasse. | Poids du corps placé dans le vase extérieur. | Poids du corps placé dans le vase intérieur. | Poids du sel formé. | Ibid. pour 100 d'acide en sulfate de potasse. | Poids du corps placé dans le vase extérieur. | Poids du corps placé dans le vase intérieur. | Poids du sel formé. | Ibid. pour 100 d'acide en sulfate de potasse. |
| Potasse | 3,989 | 2,492 | 3,561 | 165 | 3,989 | 2,482 | 4,194 | 168 | 3,989 | 2,476 | 3,434 | 119 |
| Soude | 3,997 | 2,492 | 3,440 | 205 | 3,997 | 2,482 | 3,098 | 152 | » | » | » | » |
| Carbonate de potasse | 4,050 | 2,492 | 3,310 | 121 | 4,050 | 2,482 | 3,014 | 124 | 4,050 | 2,476 | 2.599 | 89 |
| Carbonate de soude | 4,020 | 2,492 | 3,182 | 150 | 4,020 | 2,482 | 2,216 | 109 | » | » | » | » |

» Pour rendre nos résultats plus comparables, nous avons calculé, en sulfate de potasse, le poids du sel qui serait formé si l'on employait un poids d'acide représenté par 100; il est clair que, si les nombres ainsi trouvés se rapprochent les uns des autres, l'action chimique a été sensiblement la même dans les expériences considérées. Ceci posé, les résultats trouvés nous montrent: 1° que le poids du sel formé dans chaque expérience est éminemment variable et, par suite, qu'il en est de même pour ce que nous appellerons la vitesse relative de combinaison; 2° qu'il n'est jamais proportionnel aux équivalents des corps employés, car s'il en était ainsi, les nombres calculés devraient être représentés par une même constante; 3° les nombres trouvés pour chaque corps correspondent sensiblement aux attractions électives qu'on leur attribue depuis longtemps; ainsi, la potasse se combine plus énergiquement avec l'acide sulfurique qu'avec les acides chlorhydrique et azotique; 4° dans tous les cas, la vitesse de réaction est moindre pour les carbonates que pour leurs bases respectives; cela résulte, du reste, de ce principe que, dans la réaction d'un acide sur un carbonate, il y a toujours un travail négatif effectué, travail correspondant

au dégagement d'acide carbonique; 5° enfin, et c'est là un des résultats les plus curieux de nos expériences, la soude se combine à l'acide chlorhydrique avec une énergie bien plus considérable que la potasse, énergie tellement grande qu'en très-peu de temps l'acide disparaît dans le vase intérieur. Cette réaction si nette n'expliquerait-elle pas, jusqu'à un certain point, l'abondance si grande du chlorure de sodium à la surface du globe? »

M. L. Kessler adresse, de Clermont-Ferrand, une Note relative à une modification des procédés de dosage de l'azote, à l'état de liberté, dans l'analyse des matières organiques.

L'auteur signale les erreurs considérables auxquelles on est souvent exposé, dans le procédé qui consiste à traiter les matières organiques par la chaux sodée, et à doser l'azote à l'état d'ammoniaque. Il a été conduit à chercher à faciliter la manipulation des procédés dans lesquels l'azote est dégagé et mesuré à l'état de liberté, et il a choisi, de préférence, le procédé de M. Dumas, par l'oxyde de cuivre; seulement, au lieu de recueillir les gaz sur le mercure, il fait usage d'une poche de caoutchouc, disposée entre le tube à combustion et un tube de verre gradué qui doit servir d'éprouvette. Cette poche, formée de deux disques de caoutchouc souple, désulfuré, soudés par leurs bords, reçoit, avant l'expérience, quelques grammes d'une solution de soude caustique, destinée à absorber l'acide carbonique; elle n'est adaptée au tube à combustion qu'après qu'on a pu constater, par des essais successifs, au moyen de petites pochettes analogues, que l'air a été balayé de l'appareil par le courant d'acide carbonique, comme dans la méthode ordinaire. Pendant l'opération, tout l'appareil d'absorption reste plongé sous l'eau, afin d'avoir une garantie contre les fuites ou les phénomènes d'endosmose; et, quand la combustion est complète, il suffit d'agiter jusqu'à ce que le gaz, refoulé progressivement dans le tube gradué, ne diminue plus de volume. Enfin la mesure du volume se fait en ouvrant la poche sous l'eau, pour laisser écouler la solution de soude, et effectuant la lecture sur le tube gradué, avec les corrections ordinaires.

M. E. Robert adresse une Note relative au fait, fréquemment observé, de la fermentation du vin en futailles, à l'époque de la floraison de la vigne.

Il fait remarquer que l'acétification du vin à cette époque, acétification qui porte surtout sur les pièces en vidange, doit sans doute être expliquée par l'abondance des germes du *Mycoderma vini* dans l'atmosphère, au printemps et en été. Les expériences de M. Pasteur permettraient ainsi

d'expliquer, par une coïncidence ordinairement réalisée, une particularité restée jusqu'ici assez mystérieuse.

M. E. Robert adresse une Note relative à la force expansive développée par la congélation de l'eau. Un obus de 50 centimètres de longueur, qui avait été rempli d'eau et fermé, s'est fendu, pendant la nuit du 9 au 10 décembre 1871, dans toute sa longueur, en deux parties à peu près égales.

M. Moison adresse une Note relative à la théorie des fumiers en couverture.

M. P. Guyot adresse une Note relative à la coloration du ciel à Nancy, en février 1872. Cette Note sera transmise à M. Ch. Sainte-Claire Deville.

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures trois quarts. D.

---

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 4 mars 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

*La stéréochromie. Peinture monumentale par le* Dr J.-N. Fuchs, *de Munich, traduite de l'allemand par* L. D., *et précédée de quelques notes sur la silicatisation appliquée à la conservation des monuments; par* L. Dalemagne. Paris, 1861; in-8°.

*Conservation des membres blessés par armes à feu perfectionnées; par* le Dr E. Lantier. Paris, 1872; br. in-8°.

*De l'opportunité des grandes opérations; par* le Dr Polaczek. Paris, 1872; br. in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

*Thèses présentées à la Faculté des Sciences de Lyon pour obtenir le grade de docteur ès sciences physiques; par* M. A. Rosenstiehl. 1re Thèse : *Recherches sur la formation du rouge d'aniline et sur quelques dérivés isomères du toluène;* 2e Thèse : *Propositions de physique données par la Faculté.* Strasbourg, 1871; in-4°.

*Éléments de botanique; par* P. ESPARDEILLA. Paris, 1872; 1 vol. in-12, avec planches.

*Sur les couleurs des lames cristallisées dans la lumière polarisée; par* M. ABRIA. Bordeaux, 1872; br. in-8°.

*Lettre à M. de Lablanchère, auteur de l'*Esprit des poissons*; par* F. LECOQ. Versailles, 1872; br. in-8°.

*Analogies entre le choléra et la peste bovine; par* M. DECROIX. Paris, 1872; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société centrale de Médecine vétérinaire.*)

*Nouvelles expériences faites avec le pendule à réversion, et détermination de la pesanteur à Genève et au Righi-Kulm; par* M. E. PLANTAMOUR. Geneve et Bâle, 1872; in-4°.

*Résumé des recherches concernant l'ancienneté de l'homme en Ligurie; par* M. A. ISSEL. Paris, sans date; br. in-8°. (Extrait des *Comptes rendus* du Congrès d'anthropologie et d'archéologie préhistorique.)

*Di alcune ossa umane provenienti dal terreno pliocenico di Savona; Nota del socio* A. ISSEL. Milano, 1868; opuscule in-8°. (Estratto dagli *Atti della Societa italiana di Scienze naturali*, vol. XI.)

*Il telegrafo elettrico ai tempi di Galileo; Nota di* A. I. Sans lieu ni date; opuscule in-8°.

*Note bibliografiche di* A. ISSEL. Genova, 1871; in-8°.

Les neuf brochures suivantes de M. Issel sont adressées par l'auteur au Concours Savigny, 1872.

*Ostriche del porto di Genova; per* A. ISSEL. Torino, 1868; br. in-8°.

*Dei molluschi terrestri e d'acqua dolce raccolti nello arcipelago di Malta: Nota di* A. ISSEL. Pisa, 1868; br. in-8°.

*Descrizione di una scimmia antropomorfa proviniente dall'Africa centrale; per* A. ISSEL. Genova, 1870; br. in-8°.

*Intorno ai Chiton del mare di Genova; di* A. ISSEL. Pisa, sans date; br. in-8°.

*Viaggio nel mar Rosso e tra i Bogos* (1870); *di* A. ISSEL. Milano, 1872; br. in-8°.

*Relazione sommaria del viaggio nel mar Rosso; dei signori* ANTINORI, BECCARI *e* ISSEL. Firenze, 1870; br. in-8°.

*Della fauna malacologica del mar Rosso; del* prof. A. ISSEL. Firenze, 1870; br. in-8°.

*Elenco di conchiglie terrestri e d' acqua dolce dell' Umbria, raccolte dal* prof. G. BELLUCCI *e determinate da* A. ISSEL. Pisa, sans date; br. in-8°.

*Note malacologiche di* A. ISSEL. Pisa, 1870; br. in-8°.

*Della vita e degli scritti di Orazio Ricasoli Ruccellai; studio critico del* prof. Augusto ALFANI. Firenze, 1872; in-12.

*A treatise on attractions, Laplace's functions and the figure of the earth; by* John H. PRATT. London and New-York, 1871; in-12, relié.

*A cuvierian principle in palæontology tested by evidences of an extinct leonine Marsupial* (Thylacoleo carnifex); *by* professor OWEN. London, 1871; in-4°.

*On longevity; by* professor OWEN. London, 1872; br. in-8°.

*Abhandlungen der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, 1869; t. I-II. Berlin, 1870; 2 vol. in-4°.

*Abhandlungen der Königlischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, 1870; Berlin, 1871; in-4°.

---

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE FÉVRIER 1872.

*Annales de chimie et de physique*; novembre et décembre 1871; janvier 1872.

*Annales de l'Agriculture française;* n° de janvier 1872; in-8°.

*Annales de la Société d'Hydrologie médicale de Paris;* 3e livraison, 1872; in-8°.

*Annales de l'Observatoire Météorologique de Bruxelles;* n° 7, 1872; in-4°.

*Annales des Conducteurs des Ponts et Chaussées;* septembre 1871; in-8°.

*Annales du Génie civil;* février 1872; in-8°.

*Annales industrielles;* nos 6 à 8, 1872; in-4°.

*Annuaire de la Société Météorologique de France;* feuilles 8 à 12, 1872; in-8°.

*Association Scientifique de France*; Bulletin hebdomadaire, nos des 4, 11, 18 et 25 février 1872; in-8°.

*Bulletin de l'Académie de Médecine*; n° 24, 1871; in-8°.

*Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique*; t. XXXIII, n° 1, 1871; in-8°.

*Bulletin mensuel de la Société des Agriculteurs de France*; n° 2, 1872; in-8°.

*Bulletin astronomique de l'Observatoire de Paris*; nos 23 à 30, 1872; in-8°.

*Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*; décembre 1871; in-4°.

*Bulletin de la Société de l'Industrie minérale*; 2e série, t. I, n° 1, 1872; in-8° avec atlas in-fol.

*Bulletin de la Société française de Photographie*; n° 12, 1871; n° 1, 1872; in-8°.

*Bulletin de Statistique municipale*; août 1871; in-4°.

*Bulletin général de Thérapeutique*; nos des 15 et 29 février 1872; in-8°.

*Bullettino meteorologico del R. Osservatorio del Collegio Romano*; t. XI, n° 1, 1872; in-4°.

*Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences*, nos 6 à 9, 1er semestre 1872; in-4°.

*Chronique de l'industrie*; t. I, nos 1 à 4, 1872; in-4°.

*Gazette des Hôpitaux*; nos 15 à 25, 1872; in-4°.

*Gazette médicale de Paris*; nos 6 à 8, 1872; in-4°.

*Journal de photographie*; nos 1 à 3, 1872; in-8°.

*Journal des Sciences mathématiques*; nos 1, 2, 1872; in-8°.

*Journal d'Agriculture pratique*; nos 6 à 9, 1872; in-8°.

*Journal de l'Agriculture*; nos 148 à 150, 1872; in-8°.

*Journal de l'Éclairage au Gaz*; nos 3, 4, 1872; in-4°.

*Journal de Mathématiques pures et appliquées*; février 1872; in-4°.

*Journal de Pharmacie et de Chimie*; février 1872; in-8°.

*Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques*; nos 3, 4, 1872; in-8°.

*Journal des Fabricants de Sucre*; nos 43 à 46, 1872; in-fol.

Kaiserliche... *Académie impériale des Sciences ae Vienne;* nos 1 à 3, 1872; in-8°.

*L'Abeille médicale;* nos 7 à 9, 1872; in-4°.

*L'Art dentaire;* février 1872; in-8°.

*La Santé publique;* nos 114 et 116, 1872; in-4°.

*Le Gaz;* n° 8, 1872; in-4°.

*Le Moniteur de la Photographie;* n° 4, 1872; in-4°.

*Le Mouvement médical;* nos 5 à 8, 1872; in-4°.

*Les Mondes;* nos 5 à 9, février 1872; in-8°.

*L'Imprimerie;* janvier 1872; in-4°.

*La Revue scientifique;* nos 33 à 35, 1872; in-4°.

*Magasin pittoresque;* février 1872; in-4°.

*Marseille médical;* n° 1, 1872; in-8°.

*Matériaux pour l'histoire positive et philosophique de l'homme;* janvier 1872; in-8°.

Nachrichten.... *Nouvelles de l'Université de Gœttingue;* nos 25 à 27, 1871, et nos 1 à 6, 1872; in-12.

*Nouvelles Annales de Mathématiques;* février 1872; in-8°.

*Nouvelles météorologiques,* publiées par la Société Météorologique; nos 1 à 12, 1870; in-8°.

*Répertoire de Pharmacie;* janvier 1872; in-8°.

*Revue Bibliographique universelle;* février 1872; in-8°.

*Revue des Eaux et Forêts;* février 1872; in-8°.

*Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale;* n° 4, 1872; in-8°.

*Revue hebdomadaire de Chimie scientifique et industrielle;* n° 20, 1872; in-8°.

*Revue médicale de Toulouse;* février 1872; in-8°.

*The Mechanic's Magazine;* nos des 3, 10, 17, 24 février 1872; in-4°.

## *ERRATA.*

(Séance du 26 février 1872.)

Page 571, ligne 20, *au lieu de* éprouvé, *lisez* éprouvés.

Page 572, 3e ligne des formules (1), *au lieu de* ou, *lisez* où.

Page 573, ligne 15, *au lieu de* elle se réduirait, *lisez* elles se réduiraient.

Page 574, ligne 2, *au lieu de* de ces stries où les trajectoires des molécules sont affectées de ces petites....., *lisez* où les trajectoires des molécules sont affectées de ces stries ou petites.....

Page 576, première formule, *au lieu de* $L 2\pi r$, *lisez* $L.2\pi r$.

Page 589, deuxième ligne, *au lieu de* Herschell, *lisez* Herschel.

Page 594, ligne 28, *au lieu de* par une faible somme d'électricité, *lisez* par une faible source d'électricité.

Page 627, ligne 7, *au lieu de* MM. L. Labbé et E. Guyon, *lisez* MM. L. Labbé et E. Goujon.

---

## Observations météorologiques faites a l'Observatoire de Paris. — Févr. 1872.

| Dates. | Hauteur du baromètre à midi. | Thermomètres anciens. Salle méridienne. Minima. | Maxima. | Moyennes. | Thermomètres nouveaux. Terrasse du jardin. Minima. | Maxima. | Moyennes. | Température moyenne de l'air à 13m,7. | à 33m,0. | Température moyenne du sol à 0m,02. | à 0m,10. | à 0m,30. | Thermomètre noir dans le vide (T − t) (1). | Tension de la vapeur (moyenne du jour). | État hygrométrique (moyenne du jour). | Électricité atmosphérique. | Ozone. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | | | | |
| 1 | 754,6 | -1,3 | 9,6 | 4,1 | -2,1 | 12,0 | 4,9 | 6,4 | » | 3,60 | 3,53 | 4,30 | 4,9 | 5,41 | 71 | » | 0,0 |
| 2 | 752,2 | 5,7 | 8,8 | 7,2 | 5,3 | 9,0 | 7,1 | 5,7 | » | 5,61 | 5,27 | 5,06 | 0,8 | 6,45 | 83 | » | 0,0 |
| 3 | 756,9 | 5,3 | 9,3 | 7,3 | 4,9 | 11,2 | 8,0 | 6,2 | » | 6,19 | 5,99 | 5,79 | 1,2 | 6,58 | 90 | » | 0,5 |
| 4 | 755,6 | 3,3 | 8,0 | 5,6 | 2,7 | 9,3 | 6,0 | 4,5 | » | 5,44 | 5,73 | 6,02 | 1,8 | 5,63 | 90 | » | 2,0 |
| 5 | 752,4 | 2,9 | 11,8 | 7,3 | 2,2 | 13,0 | 7,6 | 8,4 | 8,2 | 6,19 | 5,76 | 5,87 | 2,1 | 6,28 | 73 | » | 0,0 |
| 6 | 754,3 | 8,2 | 11,4 | 9,8 | 7,9 | 12,0 | 9,9 | 9,9 | 9,7 | 7,43 | 7,12 | 6,55 | 0,8 | 7,46 | 80 | » | 0,5 |
| 7 | 757,7 | 7,1 | 11,8 | 9,4 | 6,6 | 12,1 | 9,3 | 9,6 | 9,3 | 8,13 | 7,66 | 7,07 | 1,0 | 7,82 | 85 | » | 0,0 |
| 8 | 757,6 | 8,3 | 11,8 | 10,0 | 7,7 | 12,7 | 10,2 | 8,5 | » | 8,14 | 8,12 | 7,66 | 1,6 | 7,30 | 86 | » | 3,5 |
| 9 | 757,8 | 3,4 | 12,4 | 7,9 | 2,2 | 14,6 | 8,4 | 7,3 | 7,6 | 7,10 | 7,19 | 7,47 | 5,4 | 6,82 | 84 | » | 0,0 |
| 10 | 758,1 | 3,6 | 12,0 | 7,8 | 2,7 | 13,8 | 8,2 | 6,7 | 6,8 | 6,72 | 6,87 | 7,27 | 5,9 | 5,73 | 75 | » | 0,0 |
| 11 | 754,0 | 2,8 | 11,0 | 6,9 | 2,0 | 12,9 | 7,4 | 7,3 | 7,3 | 6,83 | 6,72 | 7,06 | 5,3 | 6,07 | 74 | » | 0,5 |
| 12 | 748,9 | 4,0 | 8,8 | 6,4 | 3,0 | 9,0 | 6,0 | 7,3 | 7,2 | 6,57 | 6,52 | 6,87 | 0,9 | 6,39 | 82 | » | 1,0 |
| 13 | 751,9 | 4,4 | 10,7 | 7,5 | 3,0 | 12,5 | 7,7 | 7,4 | 7,2 | 7,48 | 7,19 | 7,16 | 5,3 | 7,34 | 91 | » | 1,0 |
| 14 | 751,4 | 3,8 | 11,2 | 7,5 | 2,4 | 12,3 | 7,3 | 6,6 | 6,6 | 7,38 | 7,22 | 7,33 | 3,7 | 6,85 | 90 | » | 0,5 |
| 15 | 745,4 | 6,1 | 8,1 | 7,1 | 5,4 | 8,3 | 6,8 | 7,0 | 6,7 | 7,46 | 7,41 | 7,45 | 0,5 | 7,05 | 91 | » | 0,0 |
| 16 | 750,4 | 4,6 | 5,6 | 5,1 | 4,2 | 5,8 | 5,0 | 5,4 | 5,1 | 6,41 | 6,73 | 7,27 | 0,4 | 5,51 | 79 | » | 0,0 |
| 17 | 756,5 | 4,3 | 9,9 | 7,1 | 3,4 | 10,4 | 6,9 | 6,9 | 6,5 | 6,57 | 6,62 | 6,97 | 1,1 | 6,24 | 82 | » | 6,0 |
| 18 | 756,1 | 4,0 | 11,2 | 7,6 | 3,4 | 12,8 | 8,1 | 6,8 | 6,7 | 6,92 | 6,79 | 7,11 | 4,8 | 5,80 | 76 | » | 10,0 |
| 19 | 755,0 | 6,0 | 9,9 | 7,9 | 5,3 | 10,0 | 7,6 | 8,5 | 8,0 | 7,32 | 7,21 | 7,22 | 0,9 | 6,91 | 81 | » | 3,5 |
| 20 | 757,0 | 6,5 | 11,2 | 8,8 | 5,9 | 12,0 | 8,9 | 7,8 | 7,6 | 7,99 | 7,79 | 7,55 | 2,9 | 6,52 | 78 | » | 4,5 |
| 21 | 759,8 | 4,0 | 10,6 | 7,3 | 3,9 | 12,9 | 8,4 | 5,6 | 5,2 | 6,89 | 7,16 | 7,61 | 6,4 | 5,92 | 79 | » | 0,0 |
| 22 | 762,6 | 4,7 | 10,1 | 7,4 | -0,2 | 11,8 | 5,8 | 5,2 | 5,3 | 6,37 | 6,54 | 7,30 | 5,4 | 5,63 | 80 | » | 1,5 |
| 23 | 754,6 | 4,3 | 10,5 | 7,4 | 1,6 | 11,1 | 6,3 | 5,9 | 5,7 | 6,30 | 6,34 | 7,06 | 1,7 | 6,19 | 85 | » | 0,0 |
| 24 | 749,6 | 5,7 | 13,1 | 9,4 | 5,3 | 13,8 | 9,5 | 9,9 | 9,6 | 8,28 | 7,71 | 7,31 | 1,0 | 8,42 | 88 | » | 4,5 |
| 25 | 748,1 | 9,6 | 14,0 | 11,8 | 9,0 | 14,4 | 11,7 | 10,1 | 9,8 | 9,22 | 8,90 | 8,22 | 1,0 | 8,24 | 85 | » | 7,5 |
| 26 | 745,7 | 6,7 | 11,7 | 9,2 | 6,5 | 13,8 | 10,1 | 8,3 | 7,8 | 8,78 | 8,58 | 8,43 | 2,2 | 6,73 | 79 | » | 12,0 |
| 27 | 759,5 | 2,4 | 4,9 | 3,6 | 1,8 | 5,5 | 3,6 | 2,4 | 2,1 | 6,08 | 6,93 | 8,02 | 2,7 | 3,44 | 61 | » | 5,0 |
| 28 | 761,6 | -1,3 | 4,8 | 1,7 | -2,6 | 6,4 | 1,9 | 1,1 | 1,0 | 4,64 | 5,21 | 6,87 | 7,8 | 3,66 | 71 | » | 0,0 |
| 29 | 757,4 | -0,6 | 9,3 | 4,3 | -1,6 | 9,4 | 3,9 | 6,9 | 6,8 | 5,70 | 5,50 | 6,29 | 1,1 | 6,62 | 85 | » | 1,5 |
| Moy. | 754,6 | 4,4 | 10,1 | 7,3 | 3,5 | 11,2 | 7,3 | 6,9 | » | 6,82 | 6,77 | 6,97 | 2,8 | 6,38 | 81,2 | » | 2,3 |

(1) La valeur T — *t* exprime la différence des températures données par deux thermomètres dans le vide, exposés au soleil, et dont l'un, *t*, est à boule de verre incolore, et l'autre T, à boule de verre bleu noir.

# Observations météorologiques faites a l'Observatoire de Paris. — Févr. 1872.

| Dates. | Magnétisme terrestre. Observation de 9 heures du matin. Déclinaison. | Inclinaison. | Intensité. | Pluie. Terrasse (1). | Cour. | Évaporation. | Vents. Direction et force. | Nuages. | Nébulosité. | Remarques. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ° ' | ° ' | | mm | mm | | | | | |
| 1 | 17.41,4 | 65.42,6 | 4,4998 | » | » | » | S modéré. | S | 0,4 | Gelée blanche. |
| 2 | 33,6 | 40,9 | 4,5072 | » | » | 2,2 | SSO faible. | SSO | 1,0 | Pluie le soir. |
| 3 | 35,3 | 40,9 | 4,5163 | » | » | 2,4 | SSO faible. | SSO | 0,7 | Brouillard. |
| 4 | 37,5 | 41,3 | 4,5162 | 0,0 | 0,0 | 2,0 | SE faible. | » | 0,5 | Brillante aurore boréale. |
| 5 | 33,3 | 44,7 | 4,6150 | » | » | 2,2 | SSE faible. | » | 0,9 | Halo à 9h du matin. |
| 6 | 36,3 | 42,6 | 4,5182 | 0,2 | 0,1 | 2,7 | SSE faible. | » | 1,0 | Pluie dans la nuit. |
| 7 | 30,8 | 43,0 | 4,5162 | 0,7 | 0,8 | 3,8 | SSE faible. | S | 1,0 | Id. |
| 8 | 31,7 | 41,0 | 4,5114 | 4,6 | 4,9 | 2,5 | SSE faible. | S | 0,7 | » |
| 9 | 32,3 | 41,4 | 4,5033 | » | » | 4,4 | SSE faible. | SSO | 0,2 | Brumes à l'horizon. Rosée. |
| 10 | 31,6 | 41,1 | 4,5093 | » | » | 4,0 | SE faible. | S | 0,2 | Gelée blanche. |
| 11 | 31,2 | 41,2 | 4,5050 | » | » | 3,3 | SE faible. | » | 0,4 | Id. |
| 12 | 30,6 | 42,6 | 4,5072 | » | » | 4,2 | SE faible. | S | 0,9 | Pluie le soir. |
| 13 | 32,0 | 41,9 | 4,5230 | 0,4 | 0,6 | 2,9 | ESE faible. | » | 0,5 | Brouillard. |
| 14 | 34,2 | 40,8 | 4,5031 | 0,2 | 0,2 | 3,4 | ESE faible. | » | 0,5 | Orage au SE de 6h 45m à 8h S. |
| 15 | 35,5 | 41,2 | 4,5130 | 3,3 | 3,4 | 8,0 | N faible. | » | 1,0 | Pluie le matin. |
| 16 | 36,3 | 39,4 | 4,4943 | 0,2 | 0,3 | 7,9 | ONO faible. | ONO | 1,0 | » |
| 17 | 35,7 | 39,8 | 4,4960 | 0,0 | 0,0 | » | SSO modéré. | OSO | 0,8 | Halo à 8h30m soir et à minuit. |
| 18 | 35,6 | 39,8 | 4,5000 | » | » | » | S modéré. | SO | 0,4 | Nébuleux. Halo dans la soirée. |
| 19 | 33,9 | 41,8 | 4,4990 | 0,0 | 0,0 | 9,5 | SSO faible. | SO | 1,0 | Pluvieux. |
| 20 | 47,0 | 41,7 | 4,4931 | 0,6 | 0,5 | » | SO faible. | SO | 0,7 | Halo à 6h du soir. |
| 21 | 33,6 | 42,9 | 4,5002 | » | » | 0,9 | ONO faible. | O | 0,2 | Gelée blanche. |
| 22 | 32,4 | 42,3 | 4,5153 | » | » | » | SSE faible. | S | 0,5 | Gelée blanche. Halo. |
| 23 | 32,2 | 40,8 | 4,5094 | 1,2 | 1,5 | » | SSO modéré. | SO | 0,9 | Pluvieux. Halo. |
| 24 | 33,4 | 40,2 | 4,5028 | 3,9 | 4,5 | » | SO modéré. | SO | 1,0 | Pluvieux. |
| 25 | 35,5 | 41,3 | 4,5126 | 0,4 | 0,5 | » | SO assez fort. | SO | 0,8 | Id. |
| 26 | 34,7 | 42,1 | 4,5022 | 8,0 | 8,5 | » | O modéré. | NO | 0,9 | Id. |
| 27 | 36,3 | 42,6 | 4,5100 | 0,9 | 0,9 | » | NE modéré. | NE | 0,8 | » |
| 28 | 35,8 | 41,2 | 4,5176 | » | » | » | SE faible. | » | 0,0 | Brumes. Gelée blanche. |
| 29 | 33,3 | 43,3 | 4,5095 | » | » | » | SSO modéré. | SO | 0,9 | » |
| Moy. | 17.34,6 | 65.41,6 | 4,5112 | 24,6 | 26,7 | » | | | 0,68 | |

(1) Partie supérieure du bâtiment de l'Observatoire.

## Observations météorologiques faites a l'Observatoire de Paris. — Février 1872.

*Résumé des observations régulières.*

Les moyennes comprises dans la dernière colonne du tableau sont déduites des observations de 9 heures du matin, midi, 9 heures du soir et minuit, sauf le cas d'indications spéciales. Les autres colonnes renferment les moyennes mensuelles des observations faites aux heures indiquées en tête des colonnes.

| | $8^h$ M. | $9^h$ M. | Midi. | $3^h$ S. | $6^h$ S. | $9^h$ S. | Minuit. | Moy. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| Baromètre réduit à 0° | 754,69 | 754,94 | 754,58 | 753,94 | 754,27 | 754,40 | 754,50 | 754,60 |
| Pression de l'air sec | 748,85 | 748,90 | 747,76 | 746,66 | 746,73 | 747,99 | 748,32 | 748,24 |
| Température moyenne des maxima et minima de la salle méridienne | | | | | | | | 7°,3 |
| » » du jardin | | | | | | | | 7,3 |
| Thermomètre à mercure (salle méridienne) | 5°,02 | 5°,97 | 8°,95 | 9°,89 | 8°,59 | 7°,42 | 6°,40 | 7,18 |
| » (jardin) | 4,83 | 5,95 | 9,52 | 10,19 | 8,50 | 7,19 | 6,15 | 7,20 |
| Thermomètre à alcool incolore (jardin) | 4,57 | 5,64 | 9,07 | 9,79 | 8,05 | 6,91 | 5,88 | 6,87 |
| Thermomètre électrique ($13^m$,7) | 4,71 | 5,55 | 8,86 | 9,80 | 8,23 | 7,10 | 6,07 | 6,89 |
| » ($33^m$,0) | 4,29 | 5,07 | 8,53 | 9,80 | 8,10 | 6,90 | 5,84 | 6,58 |
| Thermomètre noir dans le vide, T | 5,42 | 10,78 | 18,12 | 14,99 | 7,93 | 6,76 | 5,62 | 10,32 |
| Thermomètre nu dans le vide, $t$ | 4,68 | 7,83 | 13,00 | 12,06 | 7,76 | 6,62 | 5,44 | 8,22 |
| Excès ($T-t$) | 0,74 | 2,95 | 5,12 | 2,93 | 0,17 | 0,14 | 0,18 | 2,10 |
| Température moyenne T′ déduite des observations diurnes 9 h. M., midi, 3 h. et 6 h. S. | | | | | | | | 12,95 |
| Température moyenne ($T - t'$) | » | » | | » | | | | 2,79 |
| Température du sol à $0^m$,02 de profond$^r$ | 5,70 | 6,07 | 7,66 | 8,15 | 7,39 | 6,97 | 6,58 | 6,82 |
| » $0^m$,10 » | 6,18 | 6,18 | 6,68 | 7,36 | 7,46 | 7,21 | 7,00 | 6,77 |
| » $0^m$,30 » | 6,89 | 6,89 | 6,84 | 6,81 | 6,96 | 7,06 | 7,10 | 6,97 |
| Tension de la vapeur en millimètres | 5,84 | 6,04 | 6,82 | 7,28 | 7,54 | 6,41 | 6,25 | 6,38 |
| Etat hygrométrique en centièmes | 87,5 | 83,6 | 74,6 | 76,4 | 80,7 | 81,5 | 85,2 | 81,2 |
| Inclinaison magnétique 65° + | 41′,30 | 41′,60 | 41′,05 | 40′,48 | 40′,01 | 40′,34 | 41′,00 | 41′,00 |
| Déclinaison magnétique 17° + | 34,52 | 34,59 | 40,49 | 39,89 | 36,97 | 35,41 | 33,67 | 36,04 |
| Pluie en millimètres [udomètre de la terrasse (total du mois)] | | | | | | | | 24,6 |
| » (udomètre du jardin) | 9,2 | 2,6 | 0,6 | 1,6 | 8,1 | 4,5 | 2,7 | 29,3 |

La valeur $T - t$ exprime la différence de températures données par deux thermomètres dans le vide, exposés au soleil, et dont l'un, $t$, est à boule de verre incolore, et l'autre, T, à boule de verre bleu noir.